STATUS KEANEKARAGAMAN HAYATI

EKOREGION SULAWESI



REPUBLIK INDONESIA
Hak Cipta dilindungi Undang-undang

STATUS KEANEKARAGAMAN HAYATI

EKOREGION SULAWESI

BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL

BAPPENAS
Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional
Badan Perencanaan Pembangunan Nasional



TIM PENYUSUN

Editor

Gono Semiadi
Ruliyana Susanti
Joeni Setijo Rahajoe
Selvia Oktaviani
Anang Setyawan Achmadi

Reviewer

Rosichon Ubaidillah
Tukirin Partomiharjo
Nizhar Marizi
Martha Theresia Siregar
Fahmi Hakim
Nadya Damayanti
Elya Elmaghfiroh

Penanggung Jawab

Andes Hamuraby Rozak
Leonardo A. A. T. Sambodo

Penulis

Gono Semiadi
Joeni Setijo Rahajoe
Ruliyana Susanti
Selvia Oktaviyani
Anang Setiawan Achmadi
R Pramesa Narakusumo
Alex Sumadijaya
Daniel Mokodongan
Abang Mansyursyah
Awal Riyanto
Kusuma Rahmawati
Bayu Arief Pratama
Made Hesti Lestari Tata
Syahroma Husni
Tri Haryoko
Dhian Dwibadra
Sigit Wiantoro
Amir Hamidy
Rr Sekar Mira
Rudhy Gustiano
Kunto Wibowo
Ina Erlinawati
Debby Arifiani
Atik Retnowati
Lulut Dwi Sulistianingsih
Ismiliana Wirawati
Rozza Tri Kwatrina
Hendra Gunawan
Oki Hidayat
Julianus Kinho
Diah Irawati Dwi Arini
Indra ASLP Putri
Ikeu Sri Rejeki
Tika Dewi Atikah
Taufiq Purna Nugraha
Vera Budi Lestari
Sugiyono Saputra
Cahyo Rahmadi
Farid Rifaie
Devi Riskaningrum
Dharma Arif Nugroho
Uchu Yanu Arbi
Sutomo

Kontributor

Izhamil Hidayah
Eko Pujiono
Nida Humaida
M. Hadi Saputra
Jalma Giring Sukmawati

Desainer Sampul & Illustrator

Kireina Aisyah Zameira
Nabilla Selvy Amalia

Penata isi

Heru Hartantri

Cetakan Pertama

Agustus 2025

Disusun Atas Kerja Sama

Kementerian Lingkungan Hidup / Badan Pengendalian Lingkungan Hidup
Kementerian Kehutanan
Kementerian Kelautan dan Perikanan
Kementerian Pertanian

Disusun Oleh

The Federal Government IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



KATA PENGANTAR
MENTERI PPN / KEPALA BAPPENAS

Ekoregion Sulawesi merupakan salah satu wilayah megabiodiversitas penting di Indonesia, dengan karakter biogeografis unik karena berada di zona peralihan *Wallacea*. Dengan luas daratan sekitar 18,8 juta hektar, ekoregion ini dikenal memiliki tingkat endemisme yang tinggi, di antaranya lebih dari 60% spesies mamalia dan sekitar 34% burung yang hanya dapat ditemukan di Sulawesi. Selain itu, ekoregion ini juga memiliki 32 spot atau area penting secara global untuk konservasi populasi burung yang telah ditetapkan sebagai *Important Bird Area* (IBA) dan *Endemic Bird Area* (EBA). Spesies ikonik seperti anoa (*Bubalus* spp.), babirusa (*Babyrousa* spp.), tarsius (*Tarsius* spp.), maleo (*Macrocephalon* maleo) yaitu burung endemik yang bertelur di pasir panas geotermal, dan coelacanth (*Latimeria menadoensis*) atau yang sering dikenal dengan Ikan Raja Laut merupakan bagian dari identitas ekologis Sulawesi yang berharga.

Namun, keanekaragaman hayati di Ekoregion Sulawesi menghadapi berbagai tekanan yang mengakibatkan berkurangnya luas habitat primata, munculnya konflik antara petani dan satwa liar, fragmentasi habitat, dan risiko kepunahan spesies. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pengelolaan yang komprehensif melalui pendekatan berbasis komunitas dan kearifan lokal, guna menjaga keberlanjutan fungsi ekologis dan sosial dari ekoregion Sulawesi. Peran aktif komunitas lokal, yang selama ini telah memiliki tradisi dan praktik pelestarian alam, perlu terus diperkuat dan diintegrasikan ke dalam perencanaan pembangunan. Data dan informasi keanekaragaman hayati dan kearifan lokal di Ekoregion Sulawesi diperlukan untuk memastikan rencana pembangunan telah memperhatikan aspek keanekaragaman hayati.

Sebagai bagian dari upaya memperkuat perencanaan pembangunan nasional berbasis data dan wilayah, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), bersama dengan Kementerian PPN/Bappenas dan didukung oleh Pemerintah Jerman telah menyusun dokumen Status Keanekaragaman Hayati Ekoregion Sulawesi sebagai bagian dari Buku Status Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2024. Dokumen ini merupakan kelanjutan dari publikasi sebelumnya *The Ecology of Sulawesi* tahun 2002, dan kini diperbaharui untuk mendukung implementasi *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan* (IBSAP) 2025–2045 yang menjadi bagian penting dalam pelaksanaan RPJMN 2025-2029 dan arah kebijakan jangka panjang RPJPN 2025-2045. Dokumen ini memperkuat integrasi pendekatan Tematik, Holistik, Integratif, dan Spasial (THIS) dalam perencanaan pembangunan berbasis lingkungan hidup.

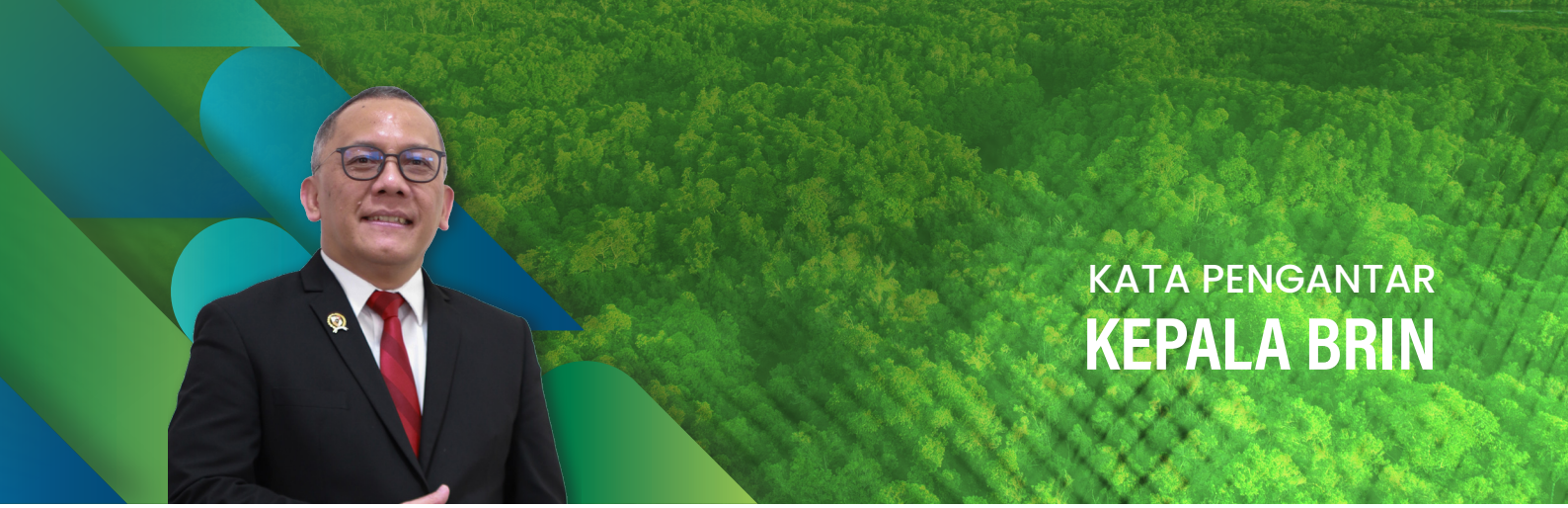
Kami menyampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan dokumen ini. Kolaborasi lintas pemangku kepentingan ini merupakan contoh nyata bagaimana sains, kebijakan, dan praktik lokal dapat berjalan beriringan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan.

Akhir kata, mari kita jadikan keanekaragaman hayati sebagai fondasi strategis pembangunan wilayah Sulawesi ke depan. Keanekaragaman hayati bukan sekedar warisan alam, tetapi merupakan modal pembangunan yang tak tergantikan, yang harus dijaga, dimanfaatkan secara berkelanjutan, dan diwariskan kepada generasi mendatang. Inilah bagian dari komitmen kita dalam mewujudkan Indonesia Emas 2045 yang berdaya saing, berketahanan, dan selaras dengan alam.

Jakarta, Agustus 2025



Prof. Dr. Ir. Rachmat Pambudy, M.S.
Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/
Kepala Badan Perencanaan Pembangunan
Nasional (BAPPENAS)



KATA PENGANTAR
KEPALA BRIN

Merupakan suatu kehormatan bagi saya untuk menyambut kehadiran buku "Ekoregion Sulawesi." Publikasi ini adalah tonggak penting dalam upaya berkelanjutan kita untuk memajukan penelitian ilmiah dan meningkatkan pemahaman kita tentang ekosistem yang kaya dan beragam di Indonesia.

Sebagai Lembaga penelitian, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), memegang mandat dalam memimpin dan mengkoordinasikan riset dan inovasi di seluruh negeri. Kami berkomitmen untuk menghasilkan dan menjaga data yang akurat dan terkini tentang keanekaragaman hayati Indonesia, yang sangat penting untuk pengambilan keputusan yang berdasarkan informasi ilmiah yang dapat dipertanggung jawabkan. Buku ini adalah contoh nyata dari dedikasi kami terhadap tujuan tersebut.

Sulawesi adalah salah satu wilayah Indonesia yang paling beragam kondisi kekayaan hayatinya secara ekologi, dengan kekayaan flora dan fauna yang unik. Memahami ekoregionnya bukan hanya menarik dari segi ilmiah, tetapi juga penting untuk pengelolaan yang berkelanjutan dan konservasi sumber daya alamnya. Buku ini memberikan wawasan komprehensif tentang dinamika ekologi Sulawesi, yang berfungsi sebagai referensi penting bagi peneliti, pembuat kebijakan, dan konservasionis. Buku ini memberikan gambaran dari rentang 10 tahun yang lalu hingga kini.

Data dan temuan yang disajikan dalam buku ini adalah bukti dari pemanfaatan saripati penelitian yang beragam dengan kolaborasi di antara berbagai komunitas ilmiah. BRIN bangga dalam mendukung dan memfasilitasi upaya-upaya semacam itu, memastikan bahwa basis pengetahuan kita tetap terkini dan komprehensif. Hal ini sangat penting karena kita berupaya menyeimbangkan kebutuhan pembangunan dengan keberlanjutan lingkungan.

Dalam peran BRIN sebagai otoritas ilmiah di Indonesia, BRIN memahami pentingnya memiliki referensi yang kuat dan berbasis bukti untuk memandu pengembangan kebijakan. Buku "Ekoregion Sulawesi" akan memainkan peran penting dalam membentuk kebijakan yang mempromosikan pembangunan berkelanjutan, konservasi, dan perlindungan keanekaragaman hayati. Melalui karya ilmiah seperti ini, kita dapat memastikan bahwa kebijakan kita didasarkan pada bukti ilmiah yang solid, yang pada akhirnya akan menghasilkan hasil yang lebih baik bagi lingkungan dan masyarakat kita.

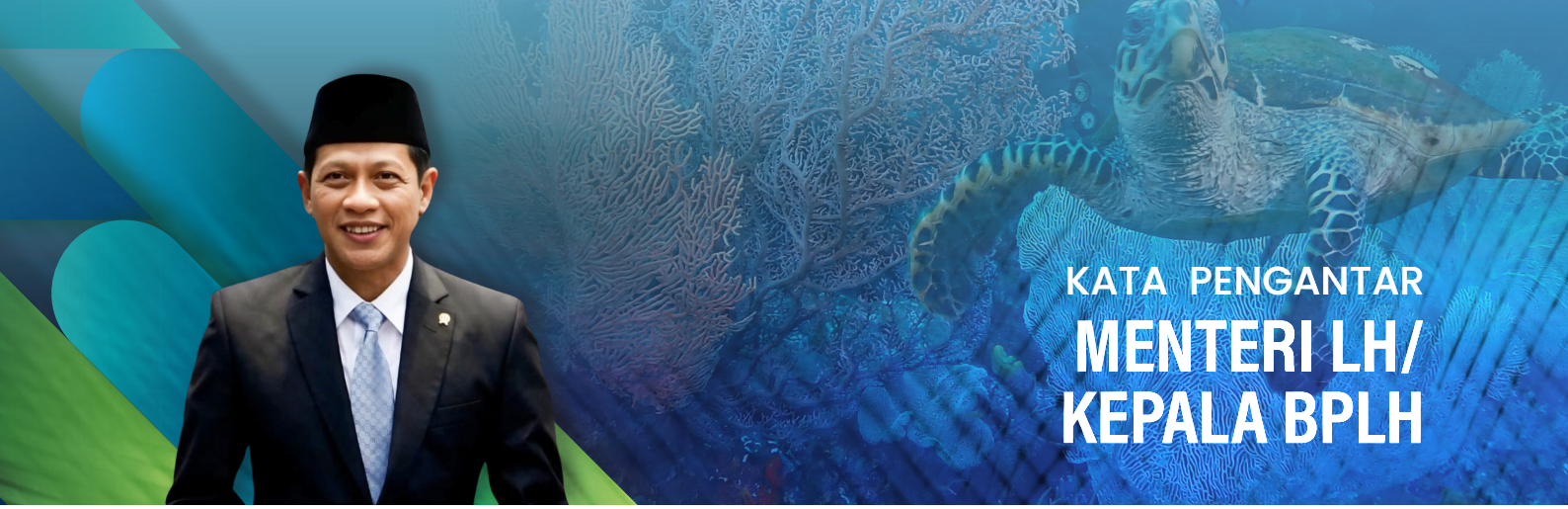
Selain itu, publikasi buku ini sejalan dengan tujuan lingkungan dan pembangunan Indonesia yang lebih luas. Dengan meningkatkan pemahaman kita tentang ekoregion Sulawesi, kita lebih siap untuk berkontribusi pada target keanekaragaman hayati nasional dan global, seperti yang diuraikan dalam Kerangka Kerja Keanekaragaman Hayati Global Kunming-Montreal. Ini juga mendukung visi kita untuk "Indonesia Emas 2045," di mana pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan menjadi landasan strategi pembangunan nasional kita.

Sebagai penutup, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, baik penulis, kontributor data, penyandang dana dan pimpinan di lingkungan BRIN yang telah memungkinkan terbitnya publikasi ini. Dedikasi dan kerja keras Anda sangat berharga bagi misi Indonesia dalam memajukan pengetahuan ilmiah dan mempromosikan pembangunan berkelanjutan.

Jakarta, Agustus 2025



Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.
Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)



KATA PENGANTAR
MENTERI LH/ KEPALA BPLH

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, Buku Status Keanekaragaman Hayati Ekoregion Sulawesi dapat diselesaikan dan diterbitkan. Buku ini merupakan dokumen pendukung *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan* (IBSAP) 2025-2045 yang dirumuskan secara ilmiah, berbasis data, dan melibatkan para peneliti serta pemangku kepentingan terkait.

Sebagai otoritas nasional yang bertanggung jawab dalam pengelolaan keanekaragaman hayati, Kementerian Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup memandang bahwa dokumen ini memiliki arti strategis. Buku ini tidak hanya memotret kondisi terkini keanekaragaman hayati di Indonesia, tetapi juga menjadi *baseline* ilmiah yang akan memperkuat arah kebijakan dan tata kelola keanekaragaman hayati di tingkat nasional maupun daerah.

Lebih jauh, informasi dalam buku ini selaras dengan Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (RPPLH) dan dapat diintegrasikan ke dalam instrumen perencanaan lingkungan hidup seperti Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS), sehingga hasilnya dapat digunakan untuk memastikan keberlanjutan fungsi ekosistem, menjaga daya dukung dan daya tampung lingkungan, serta mengantisipasi berbagai risiko lingkungan dalam pembangunan. Dengan demikian, setiap kebijakan, program, instrumen, dan aksi dapat dirancang lebih tepat sasaran, terukur, dan adaptif terhadap tantangan masa depan.

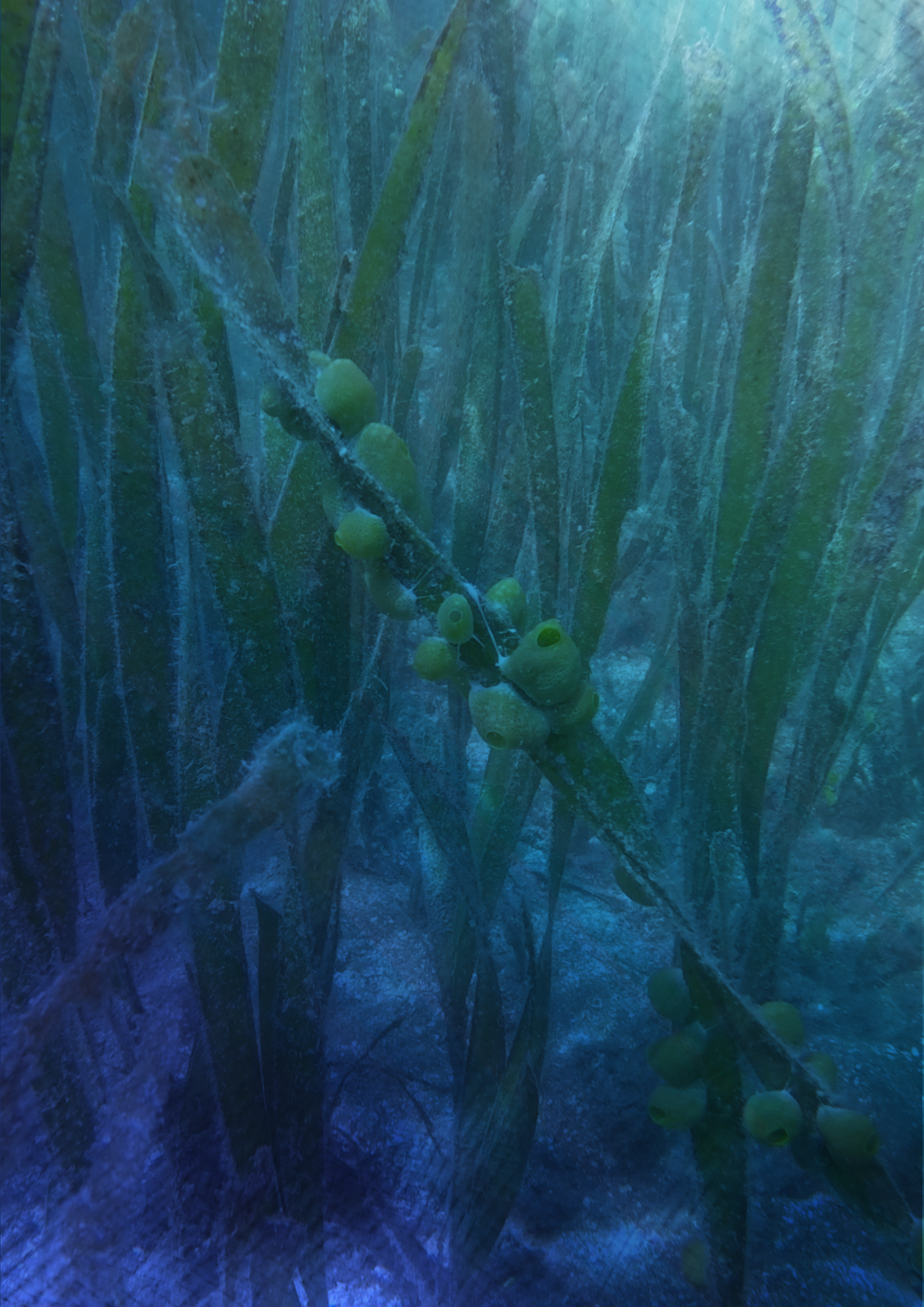
Keanekaragaman hayati adalah modal alam yang menopang keberlanjutan bangsa. Oleh karena itu, Kementerian Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup berkomitmen untuk menjadikan dokumen ini sebagai salah satu rujukan dalam pengelolaan kawasan bernilai penting bagi konservasi keanekaragaman hayati, perlindungan ekosistem dan spesies, termasuk integrasinya dalam pembangunan berkelanjutan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Saya menyampaikan apresiasi yang tinggi kepada seluruh tim penyusun, peneliti, dan mitra yang telah berkontribusi. Saya berharap buku ini tidak hanya dimanfaatkan oleh para pengambil kebijakan, tetapi juga oleh pemerintah daerah, lembaga riset, dunia usaha, masyarakat adat, serta seluruh elemen masyarakat. Informasi yang tersedia di dalamnya dapat menjadi panduan dalam mengarusutamakan pengelolaan keanekaragaman hayati ke dalam pembangunan berkelanjutan, memperkuat ketahanan ekosistem, dan pada akhirnya meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Salam Kehati,
Menjaga Keanekaragaman Hayati, Menjamin Masa Depan Bumi.

Jakarta, Agustus 2025

Dr. Hanif Faisol Nurofiq, S.Hut., M.P.
Menteri Lingkungan Hidup/
Kepala Badan Pengendalian Lingkungan Hidup (BPLH)



RINGKASAN EKSEKUTIF

Ekoregion (Ekologi region) merupakan suatu bentang kawasan ekologis yang memiliki karakteristik lingkungan serupa serta menampung berbagai spesies flora fauna yang khas. Pulau Sulawesi merupakan pulau tropis besar di Asia Tenggara dan pulau terbesar ke-11 di dunia. Proses geologi yang komplek mengakibatkan tingginya tingkat endemisme. Sulawesi dipisahkan dari Kalimantan dan Paparan Sunda oleh palung yang dalam, Selat Makasar, dan penghalang air ini membatasi transisi fauna besar yang kemudian dikenal sebagai Garis Wallace. Karakteristik keanekaragaman hayati Sulawesi khususnya fauna adalah sifatnya yang sangat endemik, dan mengandung unsur-unsur biota Asia dan Australia-Papua. Sulawesi merupakan kawasan ekologi yang secara geologis diapit oleh daratan Asia dan Australia sehingga membentuk beragam tipe ekosistem dari hutan hujan tropis, hutan mangrove hingga padang savana.

Berdasar biogeografi, Sulawesi adalah salah satu pulau samudera yang terisolasi. Saat terbentuknya selat Makassar pada era Eosen, pulau ini tidak memiliki hubungan darat dengan paparan Sunda (Kalimantan, Jawa, Sumatra, dan Semenanjung Malaya), maupun ke Paparan Sahul. Secara hipotesis komponen biota Sulawesi berasal dari perwakilan Selat Makassar, karena pembukaan selat yang terjadi pada ~45 juta tahun yang lalu. Beberapa jenis amphibia dan reptilia Sulawesi sangat konsisten dengan patahan Makassar, dimana 98 marga herpetofauna Kalimantan tidak ada di Sulawesi. Pada bagian timur Sulawesi sedikit dipengaruhi oleh komponen dari Paparan Sahul.

Pemahaman Paleogeografi Sulawesi terbagi dalam empat periode yaitu Paleogeografi 20 juta tahun yang lalu (jtl), 15 jtl, 10 jtl, dan 8 jtl. Pada era 20 jtl, adalah pembentukan pegunungan tinggi di lengan timur Sulawesi yang terjadi antara lempeng tektonik Sula Spur dengan pegunungan vulkanik di Sulawesi Utara. Pegunungan tersebut tersusun atas batuan ofiolit dan ultrabasa dan menjadi sumber batuan sedimen tertua yang diendapkan di cekungan Teluk Gorontalo bagian barat. Era 15 jtl ditandai dengan peristiwa tektonik ekstensional yang berkaitan dengan pengangkatan dan penurunan permukaan bumi di sebagian besar Sulawesi yang kemudian menyebabkan terbentuknya Laut Banda Utara oleh mundurnya subduksi Banda ke arah timur. Terbentuklah wilayah daratan yang luas memanjang ke utara dan barat dari Lengan Timur Sulawesi berdasarkan ketidakselarasan yang teramati di timur Teluk Gorontalo. Pada masa 10 jtl, sebagian besar wilayah Sulawesi Utara masih berupa lautan, termasuk di Pulau Togean. Meningkatnya magmatisme menyebabkan pengangkatan lempengan di Sulawesi Barat yang ditandai dengan terbentuknya gunung api dan menghasilkan gunung api yang diendapkan di laut Teluk Bone, Sulawesi Barat dan Sulawesi Selatan. Pada masa 8 jtl subduksi terjadi di bawah lengan utara Sulawesi. Terjadi beberapa magmatisme di utara Sulawesi yang disertai dengan pendalaman dan pergerakan material ke arah utara lereng Selatan Laut Sulawesi. Kemudian, Lengan Utara mulai bergerak ke arah Laut Sulawesi.

Proses palaeogegorafi di Sulawesi menjadikan topografi Sulawesi sangat kompleks. yang terdiri dari pegunungan Latimojong, Pegunungan Gandang Dewata, Pegunungan Mekongga, dan Pegunungan Torompupu. Di sepanjang pantai, terdapat beberapa dataran rendah, seperti Dataran Rendah Gorontalo di utara, Dataran Rendah Mamuhu di barat, dan Dataran Rendah Bone di selatan. Selain pegunungan dan dataran rendah, Sulawesi juga memiliki berbagai rawa-rawa dan danau-danau yang menjadi habitat penting bagi tumbuhan dan binatang air. Contohnya, kompleks Danau Matano dan Danau Towuti merupakan salah satu danau purba di Sulawesi yang memiliki keanekaragaman biota air tawar endemik yang tinggi. Kawasan karst dijumpai seperti Kawasan Karst Maros-Pangkep, Kawasan Karst Rammang-Rammang, Kawasan Karst Lembah Bada, dan Kawasan Karst Tanah Toraja.

Ekoregion Sulawesi terdiri atas hutan hujan pamah dan hutan hujan pegunungan, sedangkan tipe ekosistemnya terdiri atas ekosistem marine, ekosistem daratan rendah (pamah), ekosistem pegunungan, ekosistem semi terestrial dan ekosistem limnik. Tipe ekosistem daratan rendah terdiri atas rawa, karst, savana, padang rumput, ultrabasik, dan gambut yang sebagian tipe ekosistem tersebut dijumpai di daerah pegunungan. Ekosistem pegunungan terdiri atas pegunungan bawah, atas, dan sub alpin. Sedangkan tipe ekosistem marin terdiri atas padang lamun, terumbu karang, estuarin, dan muara. Yang membedakan tipe ekosistem di Ekoregion Sumatra dan Sulawesi adalah tidak adanya tipe ekosistem Ultrabasik di Sumatra. Hal ini disebabkan perbedaan jenis tanah dan juga kandungan unsur hara, serta sejarah proses pembentukannya yang berbeda antara Sulawesi dan Sumatera. Terdapat enam ekoregion laut yang berbatasan dengan pulau Sumatra, yaitu Laut Sulawesi, Selat

Makassar, Teluk Tomini, Laut Halmahera, Laut Banda sebelah Timur Sulawesi dan Laut Banda sebelah Selatan Sulawesi dan Teluk Bone. Setiap ekoregion laut tersebut memiliki karakter yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, sebagai akibat dari adanya perbedaan kondisi oseanografi fisika, kimia laut serta dipengaruhi oleh geomorfologi dasar laut.

Untuk wilayah laut, perairan di sekitar Sulawesi memiliki topografi bawah laut yang beragam, mulai dari dinding terjal hingga dataran yang dangkal. Kawasan Sulawesi juga menjadi unik karena adanya Arus Lintas Indonesia (Arlindo) atau *Indonesian Through Flow* (ITF) yang berperan sangat penting bagi keanekaragaman biota laut di kawasan. Arlindo ibarat sebuah *conveyor belt*, sistem pergerakan massa air global, yang bergerak secara konsisten dari Samudra Pasifik ke arah Samudra Hindia yang menjadi faktor utama dalam distribusi spesies, terutama pada fase larva. Selain itu, keanekaragaman hayati di wilayah perairan sekitar Sulawesi cukup tinggi mengingat lokasi ini menjadi pusat dari segitiga terumbu karang dunia (*the coral triangle*).

Secara vertical, ekosistem marin terdiri atas lima zona, yaitu litoral (zona pasang surut/intertidal), sublitoral (zona dengan kedalaman 0-200 m/neritik), Bathyal (zona dengan kedalaman 200-2.000 m), Abyssal (zona dengan kedalaman 2.000-6.000 m), dan Hadal (zona dengan kedalaman lebih dari 6.000 m). Zona sublitoral/neritik merupakan zona yang sangat subur karena ada penetrasi cahaya yang dapat dimanfaatkan oleh biota yang hidup di lingkungan tersebut. Oleh karena itu, zona ini sangat penting untuk keanekaragaman hayati dan sumber daya perikanan. Di wilayah pesisir atau zona sublitoral/neritik, terdapat dua ekosistem alamiah yang produktif, unik, serta memiliki nilai ekologi dan ekonomi yang sangat tinggi, yaitu ekosistem padang lamun dan terumbu karang.

Dari proses paleogeologis selama jutaan tahun antara Paparan Sunda dan Paparan Sahul menjadikan Sulawesi sebagai *hot spots* bagi diversifikasi spesies secara in situ. Oleh sebab itu Sulawesi menjadi tempat berkembang bagi berbagai spesies tumbuhan dan satwa yang secara unik dan juga menghasilkan kekayaan faunistik dan floristik serta endemisme tinggi. Dengan demikian Sulawesi merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki sejarah genetik dan evolusi sangat menarik untuk dipelajari.

Spesiasi dan diversifikasi fauna di Sulawesi terjadi karena proses evolusi yang panjang dan kompleks dan melibatkan proses selama jutaan tahun. Seiring waktu, spesies yang berasal dari benua Asia dan Australia menyeberang dan tersebar ke Sulawesi baik melalui skenario vikarian maupun dispersal yang kemudian beradaptasi dan berdiversifikasi menjadi spesies baru yang memiliki ciri-ciri unik dan berbeda dari spesies asalnya. Terdapat 22 spesies ikan air tawar endemik di kompleks danau Matano-Mahalona-Towuti, Sulawesi Selatan, yang terbentuk melalui proses spesiasi dan diversifikasi yang terjadi selama jutaan tahun pada kedua danau purba tersebut. Dijumpai pula 131 spesies baru dari kumbang marga Trigonopterus yang tersebar di Sulawesi, Di mana lebih dari 95% kumbang Trigonopterus tersebut merupakan fauna yang mikroendemik dan hanya ditemukan di satu lokasi saja dengan persebaran yang tidak lebih dari seluas 100 km. Estimasi waktu divergensi pada multi taksa yang meliputi mamalia, moluska, ikan serangga, dan herpetofauna menunjukkan sebagian besar mendukung hipotesis dispersal, sedangkan skenario vikarian hanya 10-20% dari taksa yang dipelajari.

Studi molekuler pada biota Sulawesi telah memberikan wawasan baru tentang sejarah evolusi di pulau ini termasuk mengkonfirmasi skenario paleogeografi. Dalam beberapa tahun terakhir, para peneliti telah berhasil mengidentifikasi pola biogeografi dan proses evolusi pada berbagai spesies di Sulawesi menggunakan pendekatan analisis molekuler misalnya dengan metode *molecular clock, biogeographical analysis,* dan *ancestral dating*. Sebagai contoh pada inferensi biogeografi beberapa fauna, diketahui bahwa zona Wallacea terutama pulau Sulawesi tercatat sebagai penghubung penting antara zona Australasia dan Indo-Malaya. Pada ikan famili Adrianichthyidae, mereka berasal dari Asia dan menyebar ke Sulawesi melalui Sahul Shelf. Disimpulkan bahwa nenek moyang ini pertama kali muncul di pulau Sulawesi melalui bagian Tenggara dengan proses perpindahan melintasi lautan sekitar 20 juta tahun yang lalu. Pada cicak terbang *Draco lineatus*, dari DNA mitokondria diketahui bahwa kelompok ini terdiri atas 15 spesies, dengan sembilan di Sulawesi dan enam di pulau-pulau perifernya. Nenek moyang dari kelompok ini memulai kolonisasi di Sulawesi sekitar 11 juta tahun yang lalu ketika proto-Sulawesi kemungkinan terdiri atas dua pulau, dan mulai berevolusi sekitar 6 juta tahun lalu saat pulau-pulau baru terbentuk di antaranya membentuk Sulawesi yang dikenal sekarang dan

dihuni melalui skenario dispersal melintasi perairan.

Berdasarkan komponen flora, Sulawesi menyajikan gambaran yang berbeda dari komponen fauna. Garis demarkasi biogeografi Wallace yang membentang dari utara ke selatan memisahkan kawasan barat dan timur Indonesia tidak berlaku sepenuhnya saat membandingkan komposisi flora. Pada zona geografi tumbuhan Kawasan Malesia, antara Asia dan Australia, wilayah terbagi menjadi tiga yaitu barat, timur, dan selatan. Analisis awal berdasarkan jumlah dan komposisi marga tumbuhan, Sulawesi berada pada kawasan timur Wallacea yang bersatu dengan kepulauan Maluku dan Papua. Di sisi lain, Sulawesi tidak memiliki banyak persamaan floristik dengan Kepulauan Sunda Kecil yang secara floristik mirip dengan Jawa.

Flora di Sulawesi berdekatan dengan flora daerah kering di Filipina, Maluku, Kepulauan Sunda kecil, dan Pulau Jawa. Untuk flora pegunungan tinggi, Sulawesi memiliki kemiripan dengan Borneo, sedangkan hutan pamah lebih mirip dengan Papua Nugini. Hutan pamah didominasi oleh hutan hujan tropis dan dijumpai spesies cemara. Di beberapa tempat dijumpai juga hutan monsun di semenanjung tenggara.

Riset pada kelompok Begonia menunjukkan bahwa alur kolonisasi Sulawesi terjadi lebih dari sekali. Pada Begonia seksi *Petermannia* menunjukkan bahwa sebagian besar subkelompoknya yang berasosiasi erat dengan lokasi geografi dapat merefleksikan sejarah penyebaran sejak masa lampau. Komposisi pepohonan penyusun vegetasi Sulawesi cukup unik karena vegetasi pegunungan pada ketinggian menengah mirip dengan Malesia Barat terutama Borneo, sedangkan pada ketinggian yang lebih tinggi memiliki komponen Papuasia seperti Podocarpaceae yang melimpah dan juga Daphniphyllaceae, Myrsinaceae, bahkan Winteraceae. Komponen besar dari tumbuhan Australia yang terwakili di Sulawesi adalah dari suku Myrtaceae.

Keragaman dan komposisi vegetasi pada dataran tinggi di Sulawesi, seperti di Taman Nasional Lore Lindu menunjukkan ada tiga gradasi hutan yaitu sub-montane pada ketinggian c. 700–1.400 m, *lower montane* pada ketinggian c. 1.400–2.000 m, dan *upper montane* pada ketinggian > c. 2.000 m. Bentukan ekoregion yang spesfiik seperti Karst masih menyimpan berbagai potensi spesies yang belum diketahui. Seperti pada wilayah karst Maros-Pangkep, Sulawesi Selatan setidaknya ada 740 spesies fauna dan 709 flora yang telah teridentifikasi, selain sekitar 68 spesies kelompok moluska.

Sampai dengan tahun 2022, keanekaragaman hayati yang tercatat di sub Kawasan Sulawesi mencapai 6.214 spesies fauna yang terdiri atas 243 spesies mamalia, 429 spesies aves, 36 spesies amfibia. 137 spesies reptilia, 294 spesies pisces (tawar), 432 spesies moluska, 38 spesies nematoda, 4.392 spesies serangga, 102 spesies krustasea air tawar, 36 spesies arachnida, dan 67 spesies ekorpegas (Collembola). Catatan flora sampai tahun 2021 di Sub Kawasan Sulawesi dari kelompok jamur, lumut, lumut kerak, dan spermatofit berjumlah 7.036 spesies, lumut sejati 628 spesies, pteridofit 565 spesies, monokotil 1.665 spesies, asterids 869 spesies, dan Eudicots-Rosids 1.986 spesies. Kekayaan wilayah laut mulai banyak tergambarkan. Kawasan ekoregion Sulu-Sulawesi memiliki lebih dari 400 spesies karang, 650 spesies ikan karang, 8 spesies penyu, 16 spesies lamun, dan lebih dari 400 spesies alga. Pada ikan karang di Taman Nasional Bunaken sekitar 900 spesies dan 820 spesies di Kepulauan Banggai dan Togean.

Mamalia endemik yang ada di kawasan Sulawesi diketahui sebanyak 127 spesies, yang merupakan jumlah tertinggi di Indonesia. Beberapa mamalia endemik adalah monyet sulawesi (*Macaca nigra*), babirusa (*Babyrousa babyrussa*), anoa dataran tinggi (*Bubalus quarlesi*), anoa dataran rendah (*Bubalus depressicornis*), musang sulawesi (*Macrogalidia musschenbroeckii*), kuskus beruang (*Ailurops ursinus*), kuskus kerdil (*Strigocuscus celebensis*), tangkasi (*Tarsius spectrum*), dan tangkasi Sangir (*Tarsius sangiriensis*); Pada kelompok herpetofauna juga tergolong tinggi, tercatat 67 spesies dan kelas amfibia sebanyak 20 spesies.

Pulau Sulawesi dikelilingi oleh banyak pulau kecil dengan keanekaragaman flora yang belum sepenuhnya terungkap, seperti Pulau Wawonii. Pulau ini merupakan salah satu pulau kecil yang menjadi bagian dari Sulawesi Tenggara, dan dilaporkan terdapat 978 spesies tumbuhan yang tergolong dalam 141 famili. Dalam mengungkap keanekaragaman hayati pulau pulau kecil di Sulawesi, sangat diperlukan adanya eksplorasi di pulau pulau satelit secara intensif.

Di dalam ekosistem dikenal beberapa spesies tumbuhan maupun fauna tertentu yang berperan dalam menentukan keseimbangan ekosistem. Di antara spesies tersebut ada yang dikenal sebagai *Flagship species*, sebagai perwakilan spesies yang dijadikan ikon. Penggunaan ikon flagship / yang diunggulkan menjadi alat efisien untuk meningktakan kesadaran para pihak dalam melakukan konservasi. Beberapa jenis tumbuhan *flagship* adalah *Diospyros celebica* (kayu

hitam), *Agathis alba* (damar) dan *Antidesma celebicum* (kayu tuah). Pada kelompok fauna di antaranya adalah *Indotestudo forstenii* (baning sulawesi) dan *Leucocephalon yuwonoi* (kura-kura hutan sulawesi), Penggunaan fauna invertebrata sebagai spesies *flagship* masih belum umum dilakukan namun keindahan dan status konservasi suatu spesies dapat menjadikannya sebagai salah satu spesies flagship, salah satunya kupu-kupu *Cethosia myrina*.

Beberapa wilayah di kawasan Wallacea ditetapkan sebagai *Important Bird Area* (IBA) atau Area Burung Penting dan *Endemic Bird Area* (EBA) atau Daerah Burung Endemik (DBE). Area Burung Penting (IBA) merupakan area penting secara global untuk konservasi populasi burung dimana di Sulawesi ada 32 spot. Daerah Burung Endemik (DBE) merupakan daerah yang teridentifikasi sebagai tempat terkonsentrasinya keanekaragaman hayati dunia dengan menggunakan pendekatan keendemikan burung dengan perkembangbiakan terbatas dengan rentang kurang dari 50.000 km^2. Pada kawasan Wallacea mencakup 10 EBA yang tersebar di Nusa Tenggara, Sulawesi dan Maluku.

Pada wilayah perairan laut tujuh spesies ikan karang endemik tercatat di Kepulauan Togean (lima spesies: *Cirrhilabrus aurantidorsalis, Ecsenius caeruliventris, Meiacanthus* sp., *Paracheilinus togeanensis, Plesiops facicavus*) dan Banggai (dua spesies: *Meiacanthus vicinus, Pterapogon kauderni*). Perairan Sulawesi Utara merupakan habitat penting bagi ikan Coelacanth *Latimeria menadoensis*, atau yang dikenal sebagai Ikan Raja Laut. Spesies ini merupakan salah satu dari dua spesies ikan fosil hidup marga Latimeria yang masih bertahan, yakni *L. menadoensis* di perairan Sulawesi Utara dan Biak, serta *L chalumnae* di Afrika Selatan. Populasi Ikan Raja Laut saat ini tercatat sekitar 30 individu dan cenderung menghuni habitat dengan karakteristik batuan besar serta kemiringan terjal pada kedalaman 115-218 m.

Pemanfaatan sumber protein sebagai *bushmeat* di terutama di Sulawesi Utara sangatlah tinggi, dari bentuk pasar tradisional hingga supermarket. Spesies fauna yang paling dominan diperdagangkan adalah kelelawar, babi hutan, tikus ladang, dan ular. Perdagangan ini semakin meluas ke lintas propinsi dengan semakin baiknya konektifitas transportasi dan komunikasi seluler. Tingginya tekanan pada pemanenan tampak dari 45 *rooster site* kelelawar yang disurvey, 38 di antaranya merupakan kelompok yang rutin dipanen. Tingkat kebutuhan sehari-hari daging kelelawar dari satu wilayah kabupaten dengan delapan pasar adalah sekitar 30-50 kg (45-75 individu) meningkat menjadi 100-300 kg (150-475 individu) di hari raya besar keagamanan dengan suplai utama sudah merambah hingga Sulawesi Selatan.

Dampak dari tekanan pada habitat alam yang terus meningkat terlihat dari menyusutnya habitat untuk kelompok primata dengan tekanan tertinggi di Sulawesi Barat dan Tenggara. Kehilangan habitat monyet butung *Macaca ochreata* and tarsius *Tarsius pelengensis* mencapai 14%. Munculnya konflik antara petani dengan monyet butung terjadi dalam bentuk serangan pada lahan pertanian akibat pengembangan yang dilakukan di sekitar habitat asli monyet. Dampak gangguan habitat akibat antropogenik bentuk pertanian, keberadaan jalan, dan desa berbeda untuk setiap spesies, dan tingkat gangguan yang terjadi bervariasi tidak hanya dalam besarnya tetapi juga pada arah antara wilayah gangguan. Anoa (*Bubalus* spp.) lebih melimpah dekat tepian hutan, kera butung dan ayam hutan merah (*Gallus gallus*) kurang melimpah di dekat tepian hutan, sedangkan babi kutil sulawesi (*Sus celebensis*) atau musang tenggalung (*Viverra tangalunga*) tidak terpengaruh oleh kondisi gangguan.

Perburuan yang tinggi di kawasan konservasi juga menekan populasi monyet hitam sulawesi (*Macaca nigra*) di Cagar Alam Gunung Duasudara, sebagai bagian ekosistem Cagar Alam Tangkoko- Duasudara, Kabupaten Minahasa. Tekanan yang tinggi melalui penangkapan juga berdampak pada kesintasan kura-kura endemik Sulawesi, kura-kura hutan sulawesi (*Leucocephalon yuwonoi*), yang membutuhkan tipe habitat banyak tutupan kanopi, tutupan tanaman berdaun lebar, dan tutupan tanah yang cukup sebagai tempat tinggalnya.

Pada wilayah laut, pemanfaatan bulu babi (*Tripneustes gratilla*) di wilayah perairan laut Wakatobi menunjukkan telah mencapai titik *overfishing* dengan ketersediaan individu berukuran dewasa menurun drastis. Selain itu, konflik horizontal karena adanya pemanfaatan sumber daya mineral juga tidak terelakkan seperti yang terjadi di Provinsi Sulawesi Tenggara. Pada sisi hilangnya keanekaragaman hayati akibat lain seperti tertabrak kendaraan, menunjukkan jumlah korban yang cukup tinggi seperti yang tergambarkan dari hasil pengamatan pada poros jalan yang membelah Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, di mana selama empat bulan terjadi 790 kematian fauna yang terdiri atas amfibi, reptil, burung, dan mamalia. World Agroforestry System secara rutin telah banyak melakukan telaah pada hubungan antara agroforestri dengan kehutanan di Sulawesi. Hasil pengukuran

ΔpCO_2 (pelepas atau penyerap karbon) menunjukkan bahwa Teluk Buyat, Teluk Totok, perairan Tongkaina, dan perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara, berperan sebagai pelepas karbon sedangkan Teluk Manado berperan sebagai penyerap karbon .

Wilayah ekoregion perairan darat dan laut masih belum terlalu banyak kemajuan informasi yang diperoleh bila dibandingkan dengan wilayah terestrial. Wilayah tenggara pulau Sulawesi dikenal sebagai daerah dengan kekayaan sumber daya Gastropoda dan Bivalvia (moluska) yang tinggi. Kontur yang secara alami membentuk system hidrologi perairan sungai yang bertipologi deras dibarengi dengan kecepatan arus tinggi dengan sungai relatif dangkal (***shallow water***) menyebabkan dasaran sungai bebas dari berbagai material endapan sehingga zona ini menjadi habitat kunci biota akuatik tawar golongan ferifitik (organisme yang mampu melekat pada dasar yang keras).

Keberadaan danau air tawar di ekoregion Sulawesi sangat unik karena banyak yang tergolong sebagai danau purba (***ancient lake***) yang memiliki kekhasaan dalam hal keanekaragaman hayati serta karakter fisiknya sebagai danau yang dalam. Danau purba Tondano, Poso, dan Malili terletak pada wilayah daerah aliran sungai (DAS) yang terpisah satu dengan lainnya serta memiliki sejarah geologi yang berbeda. Meskipun danau tropis biasanya memiliki produktivitas primer yang tinggi, namun Danau Poso dan Malili bersifat ultraoligotropik dan memiliki biomassa fitoplankton yang sangat rendah sehingga relative miskin akan keanekaragaman hayati dan kepadatannya karena jejaring makanan yang sederhana. Sebaliknya Danau Tondano bersifat eutrofik dan telah berulang kali dipengaruhi oleh vulkanisme di wilayah tersebut yang menyebabkan menjadi lebih kaya akan keanekaragaman hayati dan produktifitas.

Dalam hal bioprospektif, kawasan bioregion Sulawesi menyimpan banyak potensi sebagai sumber herbal. Suku Kaili Moma, Sulawesi Tengah, setidaknya menggunakan 51 spesies tumbuhan liar sebagai sumber bahan racikan obat tradisional mereka dalam mengobati 41 jenis penyakit dengan cara antara dimakan, diminum, dioles, digosok hingga hanya ditempelkan. Tumbuhan pandan, sebagaimana sudah banyak dilakukan dibanyak kelompok etnis di Indonesia, oleh suku asli Sulawesi juga banyak dipakai sebagai bahan dasar pembuat bahan bangunan (atap), selain sebagai sumber pangan, obat tradisional dan bagian dari kebutuhan adat.

Praktik-praktik konservasi sumber daya alam hayati telah dilaksanakan oleh penguasa Sulawesi masa lalu sejak lama, baik yang bersifat formal maupun informal. Raja Haji Awaluddin, sebagai penguasa ke-18 Kerajaan Banggai, menunjuk kawasan Pati-Pati sebagai suaka margasatwa pada Kawasan seluas 198,3 ha dengan tujuan utama untuk melindungi satwa rusa (***Rusa timorensis***). Kesultanan Buton mengeluarkan Surat Keputusan Pemerintah Daerah Swapraja Kesultanan Buton tentang penunjukan Cagar Alam Napabalano dengan luas 9 ha.

Praktik konservasi tradisional juga banyak dilakukan oleh masyarakat adat Sulawesi. Upaya pelestarian burung Maleo senkawor masih terpelihara sampai saat ini yaitu melalui upacara adat Malabot Tumpe di Kecamatan Batui-Kabupaten Banggai-Sulawesi Tengah, yang dilaksanakan oleh masyarakat adat di Kota Banggai (Kabupaten Banggai Kepulauan) dan Kecamatan Batui (Kabupaten Banggai) yang merupakan sisa adat istiadat Kerajaan Banggai pada masa lalu. Tradisi Mane'e merupakan salah satu bentuk pengelolaan perikanan tradisional yang dilakukan di Desa Kakorotan Kecamatan Nanusa Kabupaten Talaud, Provinsi Sulawesi Utara. Inti dari tradisi ini adalah mengatur waktu penangkapan di lokasi-lokasi yang telah ditetapkan, sehingga ikan tidak akan habis dan agar ekosistem laut di pulau ini tetap terjaga kelestariannya. Tradisi Mane'e diwariskan secara turun temurun dan telah dilakukan sejak abad ke-16 dan rutin dilaksanakan sekitar bulan Mei dan Juni bertepatan dengan pasang tertinggi dan surut terendah atau bulan purnama atau bulan mati Perburuan tradisional To Wana di Sulawesi Tengah dilakukan untuk perburuan babi hutan dan perburuan tradisional Tumbuki di sekitaran Rawa Aopa untuk jonga (rusa). Penetapan Hutan Keramat juga merupakan salah satu nilai tradisional konservasi yang telab mengakar di rumpun masyarakat tradisional Sulawesi, seperti Hutan Keramat Cerekang.

Masyarakat Kaili, Sulawesi Tengah mempunyai kearifan lokal yang berhubungan dengan laut berupa alat penangkapan ikan yang dapat digunakan yang bersifat teknologi sederhana sehingga pengambilan hanya sebatas kebutuhan seperti pukat atau jaring (Landa = bahasa Kaili),pancing (Peka=bahasa Kaili) atau Kipu (perangkap ikan). Kearifan lokal yang dimiliki masyarakat pesisir adalah penanaman mangrove di wilayah pesisir, seperti di Sinjai Timur, Sulawesi Selatan. Selain itu, kegiatan penangkapan ikan atau perolehan sumber daya hayati laut lainnya ditentukan oleh waktu, peralatan yang digunakan, dan wilayah tempat kegiatan penangkapan ikan

tersebut berada. Misalnya pada bulan Januari hingga Maret, nelayan Bajo biasanya menyelam untuk mengambil teripang; pada bulan Juli dan Agustus mengambil kerang; pada bulan September sampai Desember ada yang memancing dan ada pula yang menangkap ikan dengan jaring.

Perkembangan pengelolaan kawasan konservasi di era kemerdekaan di wilayah Sulawesi telah menetapkan sembilan Kawasan Taman Nasional, enam Taman Hutan Rakyat, selain bentuk Cagar Alam dan Suaka Margasatwa. Pada Tingkat eks situ terdapat delapan bentuk Kebun Raya dan dua bentuk Lembaga Konservasi (Kebun Binatang). Salah satu upaya konservasi yang mengintegrasikan wilayah konservasi dengan wilayah lain di sekitarnya adalah bentuk Cagar Biosfer, yang merupakan suatu kawasan yang terdiri atas ekosistem daratan dan pesisir/laut atau kombinasi lebih dari satu tipe ekosistem, yang secara internasional diakui keberadannya sebagai bagian dari program *Man and Biosfer* (MAB)-UNESCO. Untuk Sulawesi terdapat empat Cagar Biosfer.

Kawasan konservasi yang berada di ekoregion laut sekitar Sulawesi dijumpai dalam beragam bentuk yaitu Taman Wisata Perairan (TWP), dan Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD) yang tersebar di beberapa provinsi, empat Taman Nasional Laut (TNL Bunaken, TNL Taka Bone Rate, TNL Wakatobi dan TNL Kepulauan Togean), dua Taman Wisata Alam Laut (TWAL) Teluk Lasolo dan TWAL Kepulauan Padamarang.

Belum diperoleh catatan lengkap mengenai peta konflik manusia dengan satwa liar di Sulawesi. Kalaupun ada terbatas dalam konteks sebagai "hama" pada babi dan beberapa jenis primate yang menyerang lahan pertanian. Konflik terberat adalah dengan buaya muara (***Crocodylus porosus***) selain dengan monyet hitam sulawesi (***Macaca nigra***). Selebihnya adalah konflik yang bersifat insidentil dan tidak dalam kategori membahayakan manusia.

Kawasan ekosistem laut mempunyai ancaman yang cukup serius dari mulai sedimantasi, sampah plastik (makro ataupun mikro), pemanfaatan sumber hayati laut berlebihan dan tidak ramah lingkungan dengan menggunakan alat berat ataupun dinamit. Semua ini memengaruhi hasil perikanan di wilayah laut. Khusus wilayah perairan laut Sulawesi hasil tangkapan utama nelayan adalah ikan malalugis (***Decapterus macarellus***), dimana ikan ini bermigrasi membentuk rombongan kecil yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan antara lain arus pasang bolak balik yang mendukung habitat ikan malalugis. Kelimpahannya di Sulawesi Utara lebih tinggi dibandingkan wilayah perairan lainnya, namun mulai tahun 2012, terjadi penurunan jumlah produksi ikan ini di wilayah perairan laut Sulawesi. Pada ekosistem mangrove, ancamannya adalah menurunnya luasan ekosistem antara lain bencana alam dan tekanan antropogenik seperti alih fungsi lahan dan reklamasi. Sulawesi merupakan wilayah penghasil kelapa dan kakao terbesar di Indonesia. Luas kedua tanaman perkebunan ini bervariasi di setiap provinsi, berkisar 43 - 276,8 ribu ha untuk kelapa, dan 14,1 – 276,1 ribu ha untuk kakao. Salah satu tema besar pengembangan wilayah pulau Sulawesi dari aspek industri komoditas adalah industri berbasis kakao, rotan, karet, dan rumput laut. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, sejalan dengan perkembangan perkebunan sawit di Indonesia, Sulawesi mulai menjadi wilayah baru pengembangan komoditas sawit. Saat ini provinsi Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah merupakan dua provinsi produsen sawit terbesar di Sulawesi. Salah satu tantangan dalam pengembangan perkebunan sawit di Sulawesi adalah mengantisipasi perluasan perkebunan sawit pada kawasan hutan dan mempertahankan nilai konservasi tinggi di areal perkebunan sawit.

Penegakan hukum sebagai salah satu mekanisme dalam melindungi keanekaragaman hayati, penerapannya dirasa masih kurang maksimal. Hasil survei dari penegakkan hukum untuk wilayah koral, menunjukkan terdapat 26 bentuk aktivitas perusakan yang masuk dalam kategori pelanggaran terhadap konservasi koral. Namun penetapan hukuman termasuk kategori sedang di mana 98% kasus tidak pernah mencapai nilai hukuman mendekati 50% dari apa yang dimungkinkan dalam perundangan. Kasus pencemaran merkuri oleh usaha penambangan masyarakat tetap berjalan sebagaimana terjadi di wilayah Poboya, Sulawesi Tengah. Tidak kurang 200-500 kg mercury digunakan setiap harinya dengan laju pencemaran mencapai hingga 4 km dari titik lokasi. Kandungan merkuri dalam tanah mencapai 17.62 ng/mg dan dalam tanaman seperti *Calotropis gigantea* mencapai 6,5 ng/mg.

Beberapa isu penting masih perlu diangkat adalah tekanan pada pemanfaatan tumbuhan dan satwa liar baik untuk perdagangan, konsumsi, atau kepentingan lain. Juga tekanan pada kualitas ekologi akibat dari perubahan bentuk tutupan dan pemanfaatan yang berkontribusi pada penurunan luasan efektif suatu wilayah ekoregion. Tidak kalah pentingnya adalah penemuan penemuan baru dari kekayaan hayati Sulawesi sebagai suatu wilayah ekoregion yang khas.

.

DAFTAR ISI

Ringkasan Eksekutif vi

Daftar Isi xii

Daftar Gambar xiv

Daftar Tabel xviii

1 PENDAHULUAN 2

2 SEJARAH ALAM 8

2.1 Sejarah Geografi 9

2.1.1 Paleogeografi 20 Juta Tahun Lalu (JTL) 9

2.1.2 Paleogeografi 15 JTL 9

2.1.3 Paleogeografi 10 JTL 10

2.1.4 Paleogeografi 8 JTL 11

2.2 Batas dan Fitur Geografis 12

2.2.1 Karakteristik Darat 12

2.2.2 Karakteristik Perairan Laut 13

2.3 Sejarah Alam dan Keanekargaman Hayati Sulawesi dalam Zona Biogeografi Wallacea 16

3 KEANEKARAGAMAN EKOSISTEM ALAMI 22

3.1 Ekosistem Marin 26

3.1.1 Ekosistem Padang Lamun 26

3.1.2 Ekosistem Terumbu Karang 28

3.2 Ekosistem Limnik 33

3.2.1 Ekosistem Sungai 33

3.2.2 Ekosistem Danau 35

3.3 Ekosistem Semiterestrial 41

3.3.1 Ekosistem Mangrove 41

3.3.2 Ekosistem Riparian 43

3.4 Ekosistem Terestrial 46

3.4.1 Ekosistem Hutan Daratan Rendah/Pamah 46

3.4.2 Hutan Pegunungan 62

3.5 Tutupan Lahan Ekosistem Alami 67

4 KEANEKARAGAMAN FLORA DAN FAUNA 72

4.1 Flora 74

4.1.1 Kekayaan dan Keanekaragaman Flora Laut 74

4.1.2 Keanekaragaman Flora Terestrial 76

4.2 Fauna 88

4.2.1 Kekayaan dan Keanekaragaman Fauna Laut 88

4.2.2 Kekayaan dan Keanekaragaman Fauna Teresstrial 97

4.3 Hilangnya Keanekaragaman Hayati 125

5 KONSERVASI SUMBER DAYA ALAM 128

5.1 Implementasi Kebijakan Konservasi Sumberdaya Hayati 129

5.1.1 Masa Pra Kemerdekaan 129

5.1.2 Masa Orde Lama 130

5.1.3 Masa Orde Baru & Reformasi 130

5.2 Praktik Konservasi Tradisional 131

5.2.1 Kearifan Lokal Masyarakat dalam Pelestarian Burung Maleo Senkawor (*Macrocephalon maleo*) 131

5.2.2 Kearifan Lokal Mane'e 132

5.2.3 Perburuan Tradisional To Wana di Sulawesi Tengah 133

5.2.4 Tradisi Berburu Suku Tolaki dan Moronene 134
5.2.5 Hutan Adat (Ammatoa Kajang, Orong, Marena, dan Barambang) 136
5.2.6 Hutan Keramat Masyarakat Adat Cerekang 138
5.2.7 Konservasi Tradisional Hutan oleh Masyarakat Adat di Pulau-Pulau Kecil 139
5.3 Perkembangan Kawasan Konservasi 140
5.3.1 Kawasan Konservasi Teresterial 140
5.3.2 Kawasan Konservasi Perairan 147
5.4 Peran Lembaga dalam Konservasi Sumber Daya Alam 150
5.4.1 Pengelolaan Kawasan Konservasi sebagai KPHK 150
5.4.2 Upaya Konservasi di Luar Kawasan Konservasi 150
5.5 Tantangan ke Depan 155
5.5.1 Konservasi dan Aktivitas Antropogenik Perburuan Modern dan Perburuan Liar 155
5.5.2 Integrasi Konservasi dalam Penataan Ruang 157
5.5.3 Harmonisasi Konservasi dengan Pembangunan Infrastruktur 157
5.5.4 Sinergi Konservasi dengan Pemulihan dan Pembangunan Ekonomi 158

6 INTERAKSI ALAM DAN MANUSIA 162

6.1 Dinamika Interaksi Manusia 164
6.1.1 Kegiatan Pertanian Masyarakat 165
6.1.2 Kegiatan Maritim 170
6.2 Sumber Daya Alam dan Pemanfaatannya 175
6.2.1 Sumber Daya Alam 175
6.2.2 Valuasi Ekonomi Sumber Daya Alam 178
6.2.3 Jasa Lingkungan 178
6.2.4 Perdagangan Hidupan Liar 180
6.3 Pengetahuan Lokal Masyarakat 181
6.3.1 Pengetahuan Masyarakat tentang Pemanfaatan Tumbuhan 181
6.3.2 Pengetahuan Masyarakat tentang Pemanfaatan Hewan 185
6.3.3 Kearifan Lokal dalam Konservasi Satwa 187
6.3.4 Pengetahuan Lokal Masyarakat Berkaitan dengan Konservasi Laut 187
6.3.5 Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Hutan dan Sumber Daya 189
6.4 Konflik Manusia dan Satwa Liar 190
6.4.1 Karakteristik Konflik Manusia dan Satwa Liar 190
6.4.2 Konflik Manusia dan Monyet 192
6.4.3 Konflik Manusia dan Reptil 193
6.4.4 Mitigasi Konflik Manusia dan Satwa Liar 193
6.5 Potensi Penyebaran Penyakit dari Satwa Liar dan Tantangan bagi Kesehatan Masyarakat 195
6.5.1 Sulawesi Sebagai Situs Penting Perdagangan Satwa Liar di Indonesia 195
6.5.2 *Zoonosis* dan Faktor Pemicu Kemunculannya 195
6.5.3 Satwa Liar dan *Hotspot Spillover Zoonosis* 195
6.5.4 Penyebaran Penyakit Hewan dan Potensi *Spillback* 198

7 ANCAMAN DAN TANTANGAN 202

7.1 Ancaman Ekosistem dan Keanearagaman Hayati 203
7.1.1 Konservasi dan Aktivitas Antropogenik 204
7.1.2 Marine 211
Ucapan Terima Kasih 215
Daftar Pustaka 216
Daftar Lampiran 242
Daftar Glossarium 254
Daftar Penulis dan Kontributor 258

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Paleogeografi Sulawesi 20 – 15 Juta Tahun Lalu 10

Gambar 2.2 Paleogeografi Sulawesi 10 – 8 Juta Tahun Lalu 11

Gambar 2.3 Peta Indonesia yang menunjukkan lempeng tektonik utama 13

Gambar 2.4 Segitiga terumbu karang dunia (*the coral triangle)* 13

Gambar 2.5 Peta ekoregion laut di sekitar pulau Sulawesi 14

Gambar 3.1 Peta Ekoregion Indonesia 23

Gambar 3.2 Bentuk wilayah daratan Sulawesi 24

Gambar 3.3 Distribusi dan spesies Lamun yang dijumpai di wilayah Pesisir Sulawesi dan pulau-pulau kecil sekitarnya 27

Gambar 3.4 Ekosistem lamun di pesisir Minahasa Utara, Sulawesi Utara 27

Gambar 3.5 Beberapa contoh kawasan terumbu karang di wilayah Spermonde, P. Selayar, Kepulauan Pangkajene dan Taka Bonerate 30

Gambar 3.6 Beberapa contoh kawasan terumbu karang di Kappoposang, Buton, Teluk Kendari dan Wakatobi 31

Gambar 3.7 Sungai Paguyaman 34

Gambar 3.8 Alih fungsi hutan menjadi kebun lada berpengaruh nyata terhadap pencemaran ekosistem danau 35

Gambar 3.9 Pulau yang berada di tengah Danau Towuti dan Keindahan Danau Towuti di kala senja 36

Gambar 3.10 Danau Purba Kompleks Malili 37

Gambar 3.11 Saat fajar menyingsing dan Suasana sore hari di Danau Matano 38

Gambar 3.12 Beberapa spesies ikan dan nelayan menangkap ikan menggunakan *gillnet* di Danau Mahalona 39

Gambar 3.13 Ikan endemik Blosoh/Bungo dan Sapu-sapu sebagai spesies *invasive* di Danau Tempe 40

Gambar 3.14 Luasan Ekosistem Mangrove Primer dan Sekunder di semua provinsi di Sulawesi 41

Gambar 3.15 Ekosistem Mangrove di Pulau Karakelang, Kepulauan Talaud,Sulawesi Utara 42

Gambar 3.16 Ekosistem Mangrove di Tumbak, Sulawesi Utara 43

Gambar 3.17 Ekosistem riparian di hulu sungai di Gunung Gandang Dewata, Sulawesi Barat 44

Gambar 3.18 Kawasan ekosistem Riparian di Sulawesi Selatan, dekat daerah Karst Maros Pangkep 45

Gambar 3.19 Tipe Ekosistem Pantai, formasi sandune (daerah bukit pasir) yg ditumbuhi rumput *Spinifex littoreus* 46

Gambar 3.20 Spesies Kangkung Laut (*Ipomoea pes-caprae*) merupakan penyusun utama formasi pes-caprae yang berkembang pada pantai berpasir 47

Gambar 3.21 Pantai dengan tebing karst yang ditemukan di Selat Lembeh yang memisahkan Sulawesi dan Pulau Lembeh 48

Gambar 3.22 Ekosistem Pantai Berterumbu karang di Pulau Karakelang, Kepulauan Talaud, Sulawesi Utara 48

Gambar 3.23 Kawasan Ekosistem Rawa di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, Provinsi Sulawesi Tenggara dan Rawa daratan tinggi yang berada di Mekongga Sulawesi Tenggara diatas ketinggian 2.000 m dpl 49

Gambar 3.24 Peta gambut di Pulau Sulawesi 52

Gambar 3.25 Peta Hidrologis Gambut Pulau Sulawesi 53

Gambar 3.26 Luas kawasan karst di Indonesia 54

Gambar 3.27 Sebaran batu gamping yang sebagian besar telah mengalami proses pelarutan oleh air membentuk ekosistem karst Sulawesi 55

Gambar 3.28 Lansekap kawasan Karst Maros 58

Gambar 3.29 Peta distribusi sabana/padang rumput dan kawasan konservasi di Pulau Sulawesi 59

Gambar 3.30 Ekosistem savana di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai di beberapa tempat kehadiran pohon dan semak sangat jarang, sehingga menyerupai padang rumput 59

Gambar 3.31 Peta persebaran kawasan ultramafik di Sulawesi yang berada sebagian besar di Sulawesi Selatan dan Tengah 60

Gambar 3.32 Vegetasi ultrabasik di Sorowako, kanopi hutannya dengan tutupan yang rapat, batang pohon cenderung kecil dan lurus, serta batangnya kering 61

Gambar 3.33 Persebaran topografi Pulau Sulawesi 62

Gambar 3.34 Satu contoh kawasan hutan lindung Nanga-Nanga Papalia di Kendari yang diselimuti awan dan berkabut 63

Gambar 3.35 Satu sisi Gunung Gandang Dewata di Sulawesi Barat, dengan ketinggian 3.074 m dpl, terdapat juga hutan konifer yang merupakan peralihan/ transisi pegunungan atas ke subalpin 64

Gambar 3.36 Spesies tumbuhan yang dijumpai di Gandang Dewata 65

Gambar 3.37 Hutan berlumut di Gunung Gandang Dewata, merupakan contoh ekosistem Sub Alpin wilayah Sulawesi 66

Gambar 3.38 Perubahan Tutupan lahan Pulau Sulawesi sejak 1990 hingga 2021 67

Gambar 3.39 Presentase tutupan lahan terhadap luas daratan Sulawesi 68

Gambar 3.40 Laju penurunan tutupan hutan primer di Sulawesi 68

Gambar 3.41 Perubahan luasan tipe tutupan lahan sejak tahun 1990 hingga tahun 2021 69

Gambar 4.1 Lamun spesies *Enhalus acroides* di pesisir Minahasa Utara, Sulawesi Utara 75

Gambar 4.2 Makroalga spesies *Boergesenia forbesii* (A) dan *Amphiroa fragilissima* (B) di perairan pesisir Bitung 75

Gambar 4.3 Grafik jumlah spesies kelompok tumbuhan dan jamur di Sulawesi 77

Gambar 4.4 *Begonia tjiasmantoi* Ardi & D.C.Thomas, spesies baru yang dipertelakan dari Sulawesi pada tahun 2020 79

Gambar 4.5 Spesies baru Dinochloa dari Sulawesi dengan menggunakan nama spesies yang merujuk pada lokasi pengambilan spesimen 79

Gambar 4.6 Spesies endemik Sulawesi 81

Gambar 4.7 Hasil model peta sebaran spesies (*species distribution model*) menggunakan *Maximum Entrophy* untuk spesies *Diospyros celebica* di Sulawesi 83

Gambar 4.8 Hasil *species distribution model* menggunakan *Maximum Entrophy* untuk spesies *Agathis celebica* di Pulau Sulawesi 84

Gambar 4.9 Hasil *species distribution model* menggunakan Maximum Entrophy untuk *Agathis dammara* di Pulau Sulawesi 85

Gambar 4.10 Hasil *species distribution model* menggunakan Maximum Entrophy untuk spesies *Antidesma celebicum* di Sulawesi 86

Gambar 4.11 Hasil *species distribution model* menggunakan *Maximum Entrophy* untuk spesies *Ardisia celebica* di Pulau Sulawesi 86

Gambar 4.12 Area penting untuk mamalia laut perairan Wakatobi, Sulawesi Tenggara dan Tolitoli, Sulawesi Tengah 89

Gambar 4.13 Perkawinan duyung antara seekor betina dan tiga jantan muda di sekitar Pulau Lingayan, Sulawesi Tengah 90

Gambar 4.14 Ikan karang endemik perairan Pulau Sulawesi 91

Gambar 4.15 *Isopora togianensis*, karang endemik dari Kepulauan Togean, Teluk Tomini 92

Gambar 4.16 Timun laut yang sebarannya di Indo-Pasifik termasuk perairan Sulawesi 93

Gambar 4.17 *Birgus latro* 94

Gambar 4.18 Isopoda laut *Cirolana bambang*, yang hanya ditemukan di perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara 94

Gambar 4.19 *Tridacna noae* bersama *T. derasa* dan *Hippopus hippopus* yang diduga memiliki batas sebaran paling barat di Kawasan perairan Sulawesi 95

Gambar 4.20 *Goniobranchus leopardus*, salah satu spesies nudibrach yang ditemukan di Kawasan Sulawesi 96

Gambar 4.21 Peta *Important Bird Area* (IBA) di sub Kawasan Sulawesi 97

Gambar 4.22 Kacamata Wangi-wangi (Zosterops paruh besar) burung endemik Kepulauan Wakatobi 101

Gambar 4.23 *Rhyticeros cassidix* (Julang Sulawesi) 101

Gambar 4.24 Permodelan distribusi Knobbed Hornbill di Sulawesi 101

Gambar 4.25 *Rhabdotorrhinus exarhatus* (kangkareng sulawesi) 102

Gambar 4.26 Sebaran julang sulawesi dan kangkareng Sulawesi 102

Gambar 4.27 Komposisi mamalia di ekoregion Sulawesi 104

Gambar 4.28 Babirusa (*Babyrousa babyrussa*) yang dapat mendiami CA Nantu, Gorontalo 105

Gambar 4.29 Status konservasi spesies mamalia di kawasan Sulawesi berdasarkan kategori Daftar Merah IUCN 107

Gambar 4.30 Proporsi status IUCN reptilia dan amfibia endemik ekoregion Sulawesi 109

Gambar 4.31 Individu remaja Baning Sulawesi (*Indotestudo forstenii*) yang ditemukan di perbukitan Lembah Palu Sulawesi Tengah 110

Gambar 4.32 Kura-kura hutan sulawesi (*Leucocephalon yuwonoi*) yang ditemukan di sungai Aluangas Sulawesi Tengah. Gambar kiri individu jantan dewasa, sedangkan kanan individu anakan 112

Gambar 4.33 Ikan endemik spesies *Oryzias soerotoi* dari Danau Tiu Sulawesi Tengah 113

Gambar 4.34 *Latimeria menadoensis* (MZB 0000), Museum Zoologicum Bogoriensis, Cibinong, Indonesia 116

Gambar 4.35 Kupu-kupu Sulawesi: A. *Zethera incerta*, B. *Graphium androcles*, C. *Graphium rhesus* 117

Gambar 4.36 A. Ngengat dari Sulawesi, B. *Milionia delicatula*, C. *Attacus* sp., D. *Loepa* sp. 118

Gambar 4.37 Capung dari Sulawesi. (A). *Libellago manganitu*, endemik Pulau Sangihe. (B). Capung anggota Libellulidae 118

Gambar 4.38 Jumlah spesies dalam marga-marga tawon di Sulawesi 119

Gambar 4.39 Keong unik berbulu *Cyclotus longipilus*. 122

Gambar 4.40 Marga dan jumlah spesies kepiting air tawar yang ditemukan di Sulawesi 122

Gambar 4.41 A. *Parathelphusa pantherina*; B. *Nautilothelphusa zimmeri* 123

Gambar 4.42 Marga dan jumlah spesies udang air tawar di Sulawesi 123

Gambar 4.43 *Cethosia myrina* 124

Gambar 5.1 Burung Maelo senkawor (*Macrocephalon maleo*) 131

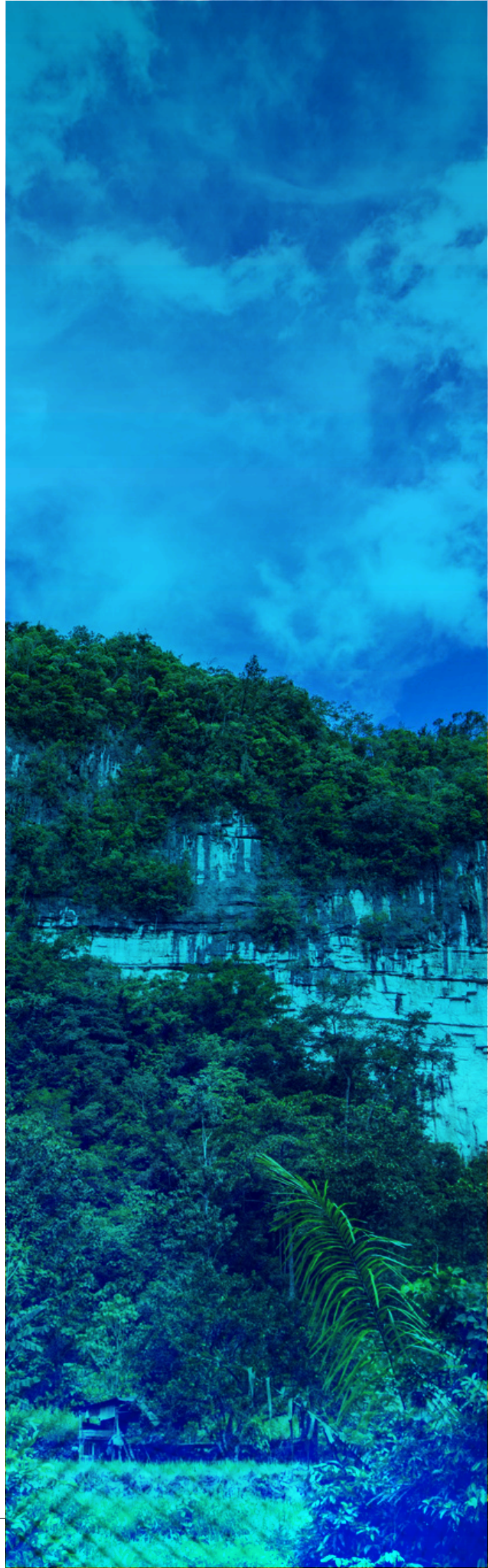
Gambar 5.2 Pemburu jonga berkuda 135

Gambar 5.3 Pemburu jonga menggunakan tumbuki 136

Gambar 5.4 Kawasan Konservasi di Sulawesi 143

Gambar 6.1 Lokasi Segitiga Emas Nusantara yang dinilai sebagai pusat maritim Indonesia dan lokasi 6 suku utama penganut budaya maritim 170

Gambar 6.2	Proses Pembangunan kapal Phinisi di wilayah Bulukumba dan Penampakan Kayu Bitti sebagai bahan utama pembuatan kapal Phinisi	172
Gambar 6.3	Kapal Sandeq khas suku Mandar	173
Gambar 6.4	Skema Perahu Lambo	174
Gambar 6.5	Sumber daya alam sektor perkebunan di Sulawesi	175
Gambar 6.6	Rempah-rempah di Sulawesi	176
Gambar 6.7	Perikanan tangkap di Sulawesi	177
Gambar 6.8	Peta menunjukkan 27 pasar dan 10 supermarket di Sulawesi Utara	180
Gambar 6.9	Manfaat bambu	184
Gambar 6.10	Wujud Tampa nu Bau dalam proses pergerakan nelayan di Teluk Palu	187
Gambar 6.11	Peta Konflik Satwa dan Manusia 2019 – 2020	191
Gambar 6.12	Lokasi umum dari tujuh spesies makaka di Sulawesi	192
Gambar 7.1	Kondisi wilayah dan lahan pertanian jagung di wilayah UPT SP3 Desa Saritani (a) dan (b), serta laju perluasan areal perkebunan jagung dalam 10 tahun terakhir (c)	206
Gambar 7.2	Pelabuhan tempat pengangkutan hasil tambang, sebagian menyebabkan sedimentasi di laut	207



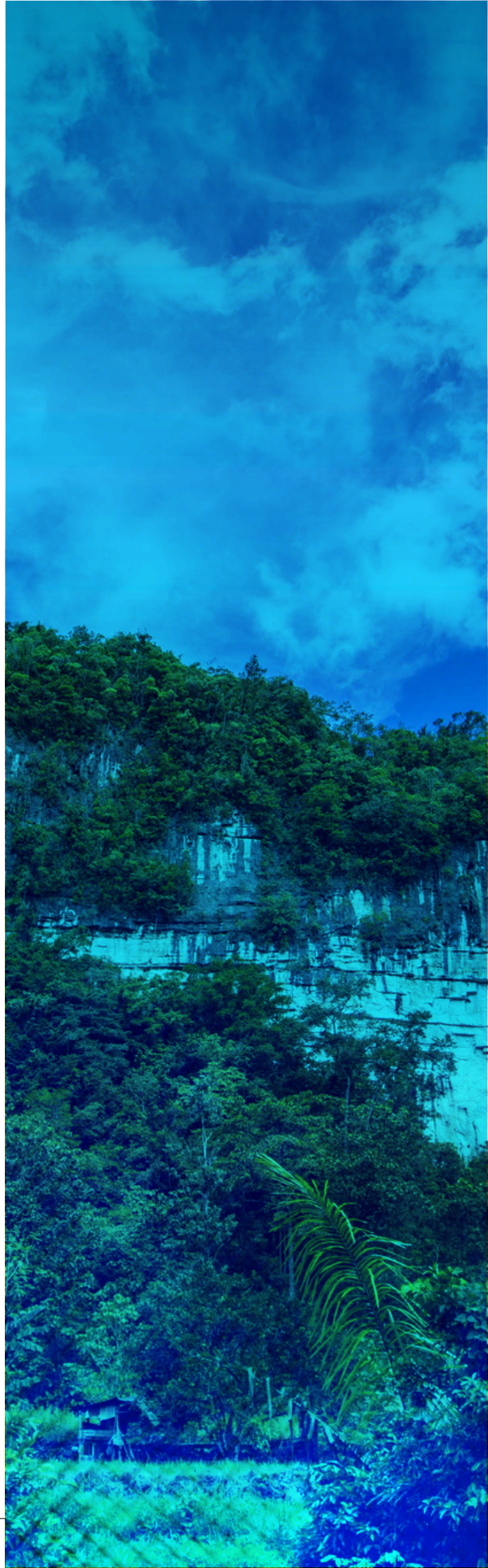
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Ekoregion dan Tipe Ekosistem Alami di Indonesia	25
Tabel 3.2	Status ekosistem lamun di sekitar perairan Sulawesi berdasarkan Indeks Kesehatan Ekosistem Lamun (IKEL)	28
Tabel 3.3	Prakiraan potensi produksi perikanan tangkap di Sulawesi	34
Tabel 3.4	Kelimpahan tumbuhan air di D. Matano	38
Tabel 3.5	Luas Lahan Gambut di Indonesia	51
Tabel 3.6	Luasan Kawasan Hidrologis Gambut (KHG) di Ekoregion Sulawesi	51
Tabel 3.7	Luasan kompleks batuan ultramafik di Sulawesi	61
Tabel 4.1	Keanekaragaman spesies lamun di pesisir Sulawesi	74
Tabel 4.2	Jumlah spesies dan distribusi tumbuhan dan jamur makro di Indonesia tahun 2021	76
Tabel 4.3	Jumlah spesies tumbuhan yang baru dipertelakan dari tahun 2017-2021 di Sulawesi	78
Tabel 4.4	Jumlah spesies tumbuhan endemik Sulawesi pada masing-masing suku	82
Tabel 4.5	Informasi spesies dan lokasi keterdamparan mamalia laut	88
Tabel 4.6	Jumlah spesies karang di Teluk Tomini dan Laut Banda	92
Tabel 4.7	Spesies moluska laut yang dideskripsikan dari wilayah Sulawesi	95
Tabel 4.8	Daftar lokasi dan spesies burung yang terancam di IBA Sulawesi	98
Tabel 4.9	Fauna terestrial endemik di Sub kawasan Sulawesi	99
Tabel 4.10	Daftar spesies burung endemik dan status keterancaman	99
Tabel 4.11	Spesies burung migran yang berkunjung ke subkawasan Sulawesi dari ordo Passeriformes	103
Tabel 4.12	Daftar spesies mamalia endemik Sulawesi yang terancam kepunahan	105
Tabel 4.13	Daftar spesies mamalia endemik Sulawesi yang termasuk dalam daftar lindungan	106
Tabel 4.14	Spesies mamalia yang termasuk dalam daftar IUCN *Red List* kategori *Critically Endangered* dan *Endangered*	107
Tabel 4.15	Spesies mamalia di ekoregion Sulawesi yang masuk dalam daftar Apendiks I dan II CITES	108
Tabel 4.16	Data biologi reproduksi *L. yuwonoi* berdasarkan pembedahan individu betina mati dari Sulawesi Tengah	111
Tabel 4.17	Perbandingan wilayah jelajah (*home-range*) *L. yuwonoi* dengan spesies Geoemydidae lainnya	111
Tabel 4.18	Keanekaragaman spesies ikan air tawar di ekoregion Sulawesi	113
Tabel 4.19	Iktiofauna endemik dari perairan Pulau Sulawesi	114
Tabel 4.20	Spesies Ikan Tawar Indonesia Terancam Punah yang Tercantum dalam IUCN *Red List of Threatened Species* IUCN-The World Conservation Union, 1990	115
Tabel 4.21	Spesies ikan yang dilindungi di Sulawesi	117
Tabel 4.22	Daftar spesies lebah tanpa sengat di Sulawesi	120
Tabel 4.23	Daftar spesies keong dan kerang endemik dari danau purba dan perairan tawar Sulawesi	121
Tabel 5.1	Luas Kawasan Konservasi Perairan dan Daratan di Sulawesi tahun 2021-2022	140
Tabel 5.2	Bentuk dan alasan pengurangan luas kawasan konservasi di wilayah Wallacea (Sulawesi dan Maluku)	141
Tabel 5.3	Jumlah dan luas kawasan konservasi laut di wilayah Sulawesi tahun 2020	148

Tabel 5.4	Kawasan Ekosistem Esensial di Sulawesi berdasarkan fungsinya (hingga tahun 2022)	152
Tabel 5.5	Penetapan Cagar Biosfer hingga tahun 2022 di wilayah Sulawesi	154
Tabel 6.1	Ritual terhadap Pembuatan Perahu Sandeq	173
Tabel 6.2	Ringkasan Jenis Kapal dan Kayu yang digunakan di Sulawesi	174
Tabel 6.3	Estimasi potensi sumber daya ikan, jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan (JTB) dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) sekitar perairan Pulau Sulawesi	177
Tabel 6.4	Spesies-spesies tanaman obat yang digunakan masyarakat Suku Sangihe dan penyakit yang disembuhkan	182
Tabel 6.5	Peraturan suku Bajo ketika di laut	188
Tabel 6.6	Konflik Satwa dan Manusia 2019 – 2020	191
Tabel 6.7	Jumlah serangan buaya dari tahun 2010-2019 di tiap Provinsi di Pulau Sulawesi	193
Tabel 7.1	Peraturan penggunaan kawasan hutan	210

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Presentase Tutupan Jenis dan Tipe Vegetasi Riparian Danau Towuti	243
Lampiran 2	Spesies Ikan yang Ditemukan di Beberapa Lokasi Danau di Sulawesi	247
Lampiran 3	Jumlah Spesies Echinodermata di Perairan Sekitar Sulawesi	249
Lampiran 4	Spesies Tumbuhan Obat yang Digunakan Suku Kaili dan Manfaatnya	251





Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung
(Sumber: Mapala Silvagama)

1

PENDAHULUAN



1.1 PENDAHULUAN

Ekoregion (Ekologi region) merupakan suatu bentang kawasan ekologis yang memiliki karakteristik lingkungan serupa serta menampung berbagai spesies flora fauna yang khas. Pulau Sulawesi merupakan pulau tropis besar di Asia Tenggara, pulau terbesar ke-11 di dunia dan sebagai salah satu pulau yang paling menarik baik secara biogeografis dan kompleksitas proses geologi di dunia (Wallace 1869, Whitmore 1982; Olson & Dinerstein 2002; Rodrigues *et al*.; 2004, Shi *et al*.; 2005, Wilson *et al*. 2006). Proses geologi yang kompleks mengakibatkan tingginya tingkat endemisme, khususnya fauna, baik pada skala kontinental maupun lokal (Olson *et al*. 2001, Evans *et al*. 2003; Eken *et al*. 2004; Orme *et al*. 2005). Sulawesi dipisahkan dari Kalimantan dan Paparan Sunda yang berdekatan oleh sebuah palung yang dalam, Selat Makasar, dan penghalang air ini membatasi transisi fauna besar yang kemudian dikenal sebagai Garis Wallace (Huxley 1868). Karakteristik keanekaragaman hayati Sulawesi diawali oleh temuan Wallace (1876), khususnya pada fauna: yaitu 1) sangat endemik, dan 2) mengandung unsur-unsur biota Asia dan Australia-Papua meskipun letaknya dekat dengan pulau Paparan Sunda di Kalimantan. Pulau Sulawesi, juga merupakan kawasan ekologi yang secara geologis diapit oleh daratan Asia dan Australia sehingga membentuk beragam tipe ekosistem. Terdapat banyak bentuk ekoregion di Sulawesi, dari hutan hujan tropis, hutan mangrove, hingga padang savana. Keragaman ekologis ini dicirikan dengan variasi topografi yang lebar dari permukaan laut hingga ketinggian 3.500 m dpl.

Berdasar biogeografi, Sulawesi adalah salah satu pulau samudra yang terisolasi. Menurut Stelbrink *et al* (2012) ketika terbentuknya selat Makassar pada Eosen, pulau ini tidak memiliki hubungan darat dengan paparan Sunda (Kalimantan, Jawa, Sumatra, dan Semenanjung Malaya), maupun ke Paparan Sahul. Hipotesis lain menegaskan bahwa komponen biota Asia dalam Sulawesi berasal dari perwakilan Selat Makassar, karena pembukaan selat tersebut terjadi pada ~45 juta tahun yang lalu dan fauna yang ada di Sulawesi terbukti jauh lebih muda dalam semua kasus. Misalnya, beberapa spesies amfibia dan reptilia Sulawesi sangat konsisten dengan patahan Makassar, bahkan ada 98 marga herpetofauna Kalimantan tidak ada di Sulawesi (Stelbrink *et al*. 2012). Sementara bagian timur Sulawesi sedikit dipengaruhi oleh komponen dari Paparan Sahul (Michaux 2010). Komposisi herpetofauna justru hampir seluruhnya berasal dari Asia, hal ini tidak mungkin terjadi jika representasi Asia hanya terjadi melalui penyebaran di atas air, sementara unsur-unsur Australo-Papua tiba sebagai fauna utuh di satu atau lebih pulau Paleo.

Batuan klastik dan karbonat (formasi Mosala) menjadi salah satu bahan dasar pembentukan landasan Sulawesi yang cukup luas. Seperti di wilayah Donggala, lapisan geologinya berada pada lingkungan pengendapan *lagoon* dan *forereef self* dengan perkiaraan umur pembentukan pada masa Miosen Awal-Miosen Tengah (Supardi & Rahmawati 2022). Keberadaan "kaki" dan "tangan" pulau Sulawesi (dari bentuk K) ditinjau dari zaman pembentukan prasejarahnya, merupakan bagian dari lempeng benua yang tersebar luas, yang masing-masing dengan karakteristik geologi berbeda. Lempeng tektonik masih terus bergerak sedangkan lengan barat daya relatif stabil, karena sebagian besar terbentuk dari batuan sedimen (metamorf), termasuk endapan batugamping berkapur yang menimbulkan Karst, seperti yang ditemukan di Taman Nasional Bantimurung. Sedangkan Sulawesi Tengah dilalui oleh banyak patahan, dan memiliki geologi yang sangat kompleks, dan Sulawesi Utara berada di "cincin api". Ketika gunung vulkanik yang berada di wilayah tangan Sulawesi Utara dan Kepulauan Sangihe termasuk dormant, maka berbeda dengan gunung yang ada di Pulau Una-Una, teluk Tomini yang termasuk stratovolcano aktif (Ambbo-Rappe & Moore 2019). Gambaran mengenai geomorfologi dan gua dari wilayah karst Sulawesi Selatan telah dilaporkan oleh Amran & Hamzah (2016), di mana pengelolaan kawasan karst Maros dan Pangkep sebagai suatu wilayah yang sangat spesifik telah dituangkan dalam Peraturan Gubernur no. 3/2019 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Kawasan Sulawesi Selatan Ekosistem Esensial Karst Maros-Pangkep.

Keunikan ekologi Pulau Sulawesi pada akhirnya memberikan kekhasan tersendiri pada flora dan fauna yang ada didalamnya dibandingkan dengan pulau-pulau besar di sekitarnya. Seolah perwakilan flora dan fauna antara wilayah daratan Asia dan Australia berkumpul di satu titik di Pulau Sulawesi dimana proses isolasi geografis antara satu bentuk ekoregion dengan ekoregion lainnya terjadi. Proses spesiasi (proses pembentukan spesies) dari isolasi ini pada akhrinya memberikan banyak bentuk kehidupan bersifat endemik, dengan tidak sedikit spesies endemik yang ada berada pada kondisi terancam secara populasi hingga ke arah kepunahan, dikarenakan aktfitas anthropogenis yang melebihi daya dukung. Walaupun pemahaman mengenai asal-usul keanekaragaman hayati yang ada masih terus menjadi bahan perdebatan ilmiah lebih dari 150 tahun (Stelbrink *et al*. 2012). Namun, sudah ada pengerucutan bahwa persebaran keanekaragaman hayati yang terjadi merupakan dampak dari "*tectonic dispersal*", di mana spesiasi belum terjadi hingga masa awal Pliocene, saat perubahan tinggi air laut mulai terjadi (Stelbrink *et al*. 2012). Perkembangan teknologi juga memungkinkan dilakukannya penapisan awal pada potensi pemisahan spesies tarsius secara morfologi menjadi spesies baru melalui karakter suara (Burton & Nietsch 2010), diatome pada wilayah danau purba (Kapustin *et al*. 2016), tawon (Ohl & Hohn 2011), cacing tanah (Fahri *et al*. 2018). Demikian pula halnya kondisi kekayaan keanekaragaman hayati di masa purba telah ditelaah oleh Fakhri (2018), Hakim *et al*. (2018), Hayes & van den Bergh (2018), Mahmud (2018), Ono *et al*. (2018), dan Stevenson (2018). Bahkan kemungkinan adanya senyawa baru asal hidupan laut telah diungkapkan oleh Tan *et al*. (2011)

Keragaman dan komposisi vegetasi pada dataran tinggi di Sulawesi, seperti di Taman Nasional Lore Lindu menunjukkan ada tiga gradasi hutan yaitu sub-montane pada ketinggian c. 700–1.400 m dpl, *lower montane* pada ketinggian c. 1400–2.000 m dpl, dan *upper montane* pada ketinggian > c. 2.000 m dpl (Brambach *et al*. 2017). Di lain sisi bentukan ekoregion yang spesfiik seperti Karst masih menyimpan berbagai potensi spesies yang belum diketahui (Hoch *et al*. 2011). Sedangkan dari wilayah karst Maros-Pangkep, Sulawesi Selatan setidaknya ada 740 spesies fauna dan 709 flora telah teridentifikasi (Ahmad & Hamzah 2016) dengan tambahan sekitar 68 spesies kelompok moluska yang diperoleh dari 14 gua sekitarnya (Heryanto 2020).

Intensitas perubahan penggunaan lahan hampir selalu dibarengi dengan peningkatan sosial ekonomi, juga kegiatan pengembangan kawasan kota baru berhubungan positif dengan penurunan kualitas lingkungan dan segregasi terhadap dinamika spasial kawasan perkotaan metropolitan. Perubahan penggunaan lahan, pembangunan perumahan, pembangunan infrastruktur, dan reklamasi lahan secara bersamaan mempengaruhi lingkungan penurunan kualitas dengan koefisien determinasi sebesar 64,96% (Surya dkk. 2022). Tiga pola anomali bencana alam karena deforestasi terhadap bencana banjir menunjukkan pola yang saling berkorelasi berdasarkan pencermatan data dari tahun 2006 hingga 2020 (Ramadhan dkk 2023)

Hutan sekunder wilayah Sulawesi merupakan salah satu bentuk habitat dengan keragaman laba-laba tertinggi (Koneri & Nangoy 2017). Demikian juga indikator lingkungan perairan dan sekitarnya di beberapa wilayah di Pulau Sangihe, Sulawesi Utara masih tergolong baik dengan masih tingginya keragaman capung yang dijumpai (Koneri *et al*. 2022)

Di wilayah Sulawesi Utara, pemanfaatan sumber protein asal hidupan liar (*bushmeat*) demikian tinggi, di mana ketersediannya di pasar komersil mencapai 73% dari seluruh wilayah pasar yang disurvai, mulai bentuk pasar tradisional hingga supermarket (Latinne *et al*. 2019). Spesies fauna yang paling dominan diperdagangkan adalah kelelawar, babi hutan, tikus ladang, dan ular. Perdagangan ini semakin meluas ke lintas provinsi dengan semakin baiknya konektivitas transportasi (Latinne *et al*. 2019) dan selain tentunya komunikasi seluler. Tingginya tekanan pada pemanenan tampak dari 45 *rooster site* kelelawar yang disurvei, 38 di antaranya merupakan kelompok yang rutin dipanen. Tingkat kebutuhan sehari-hari daging kelelawar dari satu wilayah kabupaten dengan delapan pasar adalah sekitar 30-50 kg (45-75 individu) meningkat menjadi 100-300

kg (150-475 individu) di hari raya besar keagamanan dengan suplai utama sudah merambah hingga Sulawesi Selatan (Sheherazade & Tsang 2015).

Dampak dari tekanan pemanfaatan habitat alam yang terus meningkat terlihat dari menyusutnya habitat untuk kelompok primata dengan tekanan tertinggi terdapat di Sulawesi Barat dan Tenggara. Untuk habitat monyet butung *Macaca ochreata* di Sulawesi Tenggara and tarsius *Tarsius pelengensis* di pulau Peleng, Sulawesi Tengah, kehilangan habitat mencapai 14% (Supriatna *et al*. 2020). Munculnya konflik antara petani dengan monyet butung terjadi dalam bentuk serangan pada lahan pertanian akibat pengembangan yang dilakukan disekitar habitat asli monyet (Nailufar *et al*. 2015). Pada akhirnya label hama menempel pada monyet endemik Sulawesi ini. Dampak gangguan habitat akibat anthropogonik bentuk pertanian, keberadaan jalan dan desa berbeda untuk setiap spesies, dan tingkat gangguan yang terjadi bervariasi tidak hanya dalam besarnya tetapi juga pada arah antara wilayah gangguan. Anoa (*Bubalus* spp.) lebih melimpah dekat tepian hutan, kera butung (*Macaca ochreata*) dan ayam hutan merah (*Gallus gallus*) kurang melimpah di dekat tepian hutan, sedangkan babi kutil sulawesi (*Sus celebensis*) atau musang tenggalung (*Viverra tangalunga*) tidak terpengaruh oleh kondisi gangguan (Froese *et al*. 2015). Perburuan yang tinggi dikawasan konservasi juga menekan populasi monyet hitam sulawesi (*Macaca nigra*) yang berada di Cagar Alam Gunung Duasudara, sebagai bagian ekosistem Cagar Alam Tangkoko- Duasudara yang terletak di ujung tenggara semenanjung utara Kabupaten Minahasa (Lengkong 2011). Tekanan yang tinggi pada ekoregion Sulawesi juga berdampak pada kesintasan kura-kura endemik Sulawesi seperti kura-kura hutan sulawesi (*Leucocephalon yuwonoi*) akibat penangkapan (Riyanto 2003), yang membutuhkan tipe habitat yang lebih banyak tutupan kanopi, tutupan tanaman berdaun lebar, dan tutupan tanah yang cukup dalam sebagai tempat tinggalnya (Sims *et al*. 2022).

Pada wilayah laut, pemanfaatan bulu babi (*Tripneustes gratilla*) di wilayah perairan laut Wakatobi menunjukkan telah mencapai titik *overfishing* dengan ketersediaan individu berukuran dewasa menurun drastis (Nane & Paramata 2020). Selain itu konflik horizontal karena adanya pemanfaatan sumber daya mineral juga tidak terelakkan seperti yang terjadi di Provinsi Sulawesi Tenggara (Syahbuddin & Sjaiful 2015). Pada sisi hilangnya keanekaragaman hayati akibat lain seperti tertabrak kendaraan, menunjukkan jumlah korban yang cukup tinggi seperti yang tergambarkan dari hasil pengamatan pada poros jalan yang membelah Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, dimana selama empat bulan terjadi 790 kematian fauna yang terdiri atas amfibi, reptil, burung, dan mamalia (Healey *et al*. 2020). Wor Agroforestry sistem secara rutin telah banyak melakukan telaahan pada hubungan antara agroforesty dengan kehutanan di Sulawesi (Perdana & Roshetko 2013; Rahmanulloh *et al*. 2012; Janudianto dkk 2013a,b; Mulyoutami dkk 2012, 2016; Widayati *et al*. 2017). Hasil pengukuran ΔpCO2 (pelepas atau penyerap karbon) menunjukkan bahwa Teluk Buyat, Teluk Totok, perairan Tongkaina, dan perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara, berperan sebagai pelepas karbon sedangkan Teluk Manado berperan sebagai penyerap karbon (Nasprianto dkk 2016).

Wilayah ekoregion perairan darat dan laut masih harus diakui belum terlalu banyak kemajuan informasi yang diperoleh bila dibandingkan dengan wilayah terestrial. Wilayah tenggara pulau Sulawesi dikenal sebagai daerah dengan kekayaan sumber daya Gastropoda dan Bivalvia (moluska) yang tinggi. Kontur yang secara alami membentuk sistem hidrologi perairan sungai yang bertipologi deras di barengi dengan kecepatan arus tinggi dengan sungai relatif dangkal (*shallow water*) menyebabkan dasaran sungai bebas dari berbagai material endapan sehingga zona ini menjadi habitat kunci biota akuatik tawar golongan ferifitik (organisme yang mampu melekat pada dasar yang keras; Purnama dkk 2022).

Keberadaan danau air tawar di ekoregion Sulawesi sangat unik karena banyak yang tergolong sebagai danau purba (*ancient lake*) yang memiliki kekhasaan dalam hal keanekaragaman hayati serta karakter fisiknya sebagai danau yang dalam. Danau purba Tondano, Poso, dan Malili terletak pada wilayah daerah aliran sungai (DAS) yang terpisah satu dengan lainnya serta memiliki sejarah geologi yang berbeda. Meskipun danau tropis biasanya memiliki produktivitas primer yang tinggi, danau Poso dan danau Malili bersifat ultra oligotropik dan memiliki biomassa fitoplankton yang sangat rendah sehingga relative miskin akan keanekaragaman hayati dan kepadatannya karena jejaring makanan yang sederhana. Sebaliknya, danau Tondano bersifat eutrofik dan telah berulang kali dipengaruhi oleh vulkanisme di wilayah tersebut yang menyebabkan menjadi lebih kaya akan keanekaragaman hayati dan produktifitas (Vailant *et al*. 2013).

Laju pengisian ulang air tanah menunjukkan sangat tergantung pada perubahan iklim selain akibat perubahan tutupan permukaan yang semakin terbatas. Pada ekosistem

sungai Bangga, sebagai anak sungai dari Sungai Palu, Sulawesi Tengah, laju pengisian ulang air tanah akibat hujan hanya berkisar antara 3-25%, yang menandakan tingginya laju *runoff* dan evaporasi (Sutapa 2017).

Kekayaan wilayah laut di sekitaran Sulawesi telah mulai banyak tergambarkan. Kawasan ekoregion Sulu-Sulawesi memiliki lebih dari 400 spesies karang, 650 spesies ikan karang, 8 spesies penyu, 16 spesies lamun, dan lebih dari 400 spesies alga (Tan *et al*. 2011). Nilai jasa ekosistem yang terkandung selain sebagai sumber perikanan juga sebagai kawasan turis. Namun tanpa pengelolaan turisme yang baik, wilayah yang termasuk rentan ini pada akhirnya dapat dengan mudah rusak lingkungannya, menghilangkan jasa lingkungan yang terkandung (Kambey & Djati 2016).

Dalam hal bioprospektif, kawasan bioregion Sulawesi menyimpan banyak potensi sebagai sumber herbal. Suku Kaili Moma, sebagai salah satu suku asli yang mendiami wilayah Sulawesi Tengah, setidaknya menggunakan 51 spesies tumbuhan liar sebagai sumber bahan racikan obat tradisional mereka dalam mengobati 41 jenis penyakit dengan cara antara dimakan, diminum, dioles, digosok hingga hanya ditempelkan (Islami dkk 2017). Tumbuhan pandan, sebagaimana sudah banyak dilakukan dibanyak kelompok etnis di Indonesia, di oleh suku asli Sulawesi juga banyak dipakai sebagai bahan dasar pembuat bahan bangunan (atap), selain sebagai sumber pangan, obat tradisional, dan bagian dari kebutuhan adat (Nurfadila dkk 2019).

Nilai-nilai kearifan lokal dalam mengelola lingkungan tidak hanya berakar dari nilai-nilai kearifan asli setempat, namun juga ada yang dibawa dari tempat asalnya untuk diterapkan di daerah barunya. Hal ini kuat dilakukan oleh para transmigran asal Bali di Sulawesi dengan konsep Subaknya dalam mengelola sumber air (Roth 2011).

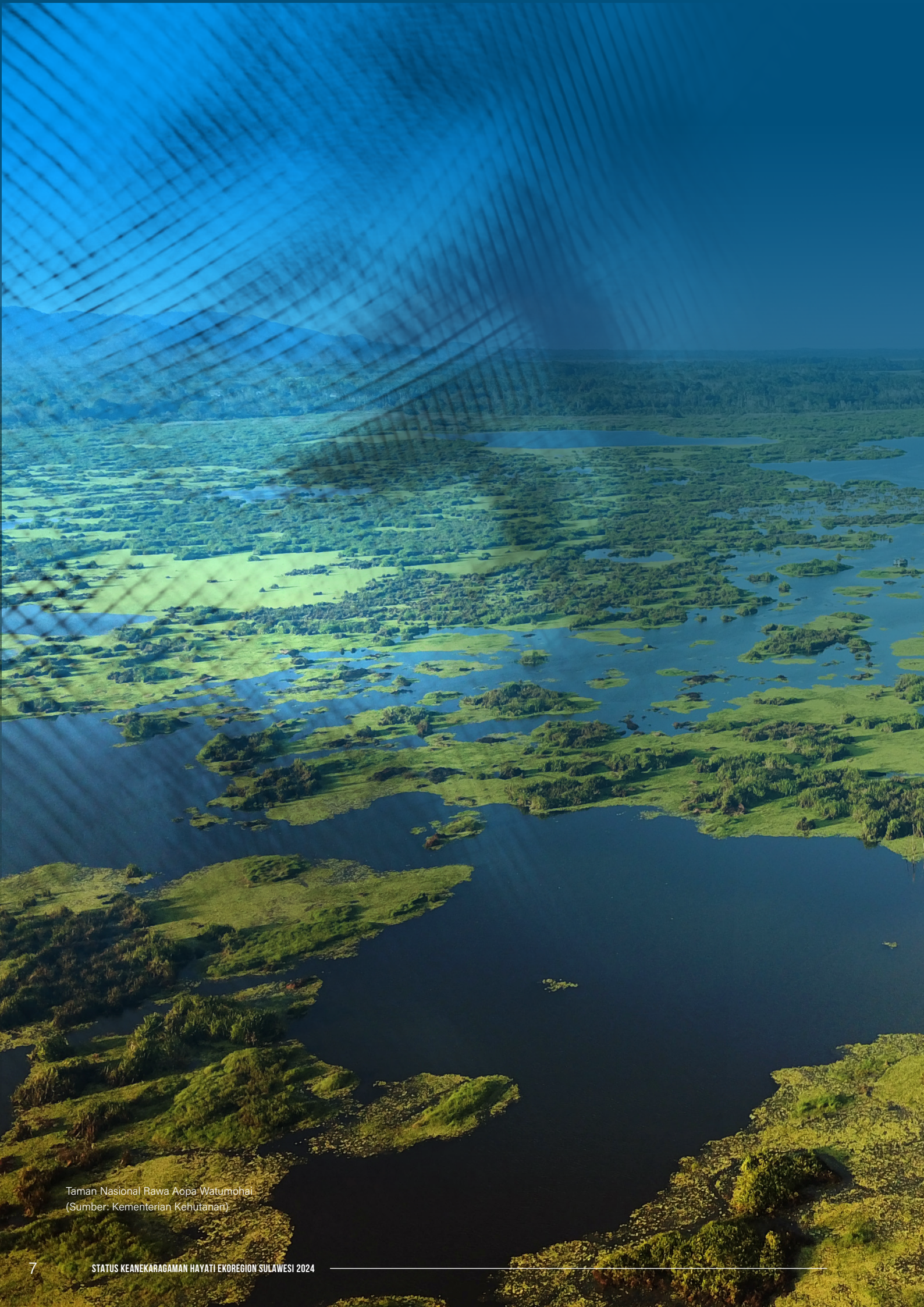
Dalam hal telaahan mengenai performa suatu pengelolaan lingkungan terhadap konvensi global yang sudah diadop Indonesia, masih sangat sedikit yang telah terpublikasi. Kinerja pengelolaan suatu kawasan konservasi ternyata masih belum dapat memenuhi syarat minimum dalam mengimplementasi skema *Reducing emissions from deforestation and degradation* (REDD) (Collins *et al* 2011; Mc Donald *et al*. 2011).

Penegakan hukum sebagai salah satu alat dalam melindungi keanekaragaman hayati, penerapannyapun masih kurang maksimal. Hasil survei dari penegakkan hukum untuk wilayah koral, menunjukkan terdapat 26 bentuk aktivitas perusakan yang masuk dalam kategori pelanggaran terhadap konservasi koral. Namun, penetapan hukuman termasuk kategori sedang dimana 98% kasus tidak pernah mencapai nilai hukuman mendektai 50% dari apa yang dimungkinkan dalam perundangan (Renggong *et al*. 2022). Kasus pencemaran merkuri oleh usaha penambangan masyarakat tetap berjalan seperti di wilayah Poboya, Sulawesi Tengah. Tidak kurang 200-500 kg merkuri digunakan setiap harinya dengan laju pencemaran mencapai hingga 4 km dari titik lokasi. Kandungan merkuri dalam tanah mencapai 17.62 ng/mg dan dalam tanaman seperti *Calotropis gigantea* mencapai 6,5 ng/mg (Sari *et al*. 2016).

Kemajuan teknologi dan metodologi analisis untuk mengungkap kekayaan keanekaragaman hayati menjadi pengungkit dari semakin banyaknya informasi baru dibandingkan dari informasi-informasi sebelumnya yang ada. Ini memberikan gambaran perubahan informasi yang harus lebih hati-hati diinterpretasikan, antara memberikan gambaran mengenai kemungkinan adanya penurunan kualitas lingkungan, dengan informasi baru yang memberikan gambaran kondisi kekiniian yang mungkin perlu dianggap sebagai *baseline* data baru.

Beberapa isu penting yang banyak diangkat di masa kini mengenai kondisi ekoregion adalah tekanan pada pemanfaatan tumbuhan dan satwa liar baik untuk perdagangan, konsumsi, atau kepentingan lain. Juga mengenai tekanan pada kualitas ekologi akibat dari perubahan bentuk tutupan dan pemanfaatan yang berkontribusi pada penurunan luasan efektif suatu wilayah ekoregion. Namun, tidak kalah pentingnya adalah penemuan penemuan baru dari kekayaan hayati Sulawesi sebagai suatu wilayah ekoregion yang khas.

Buku ini melanjutkan penyajian kondisi ekoregion Sulawesi dari yang sudah terbit sebelumnya dan sekaligus memberikan gambaran perubahan yang terjadi atau sajian *baseline* data baru, seperti yang diungkapkan oleh Bental *et al*. (2017) dengan informasi awal kondisi vegetasi riparian Sungai Polimaan, Sulawesi Utara atau Naharuddin (2020) mengenai struktur dan asosiasi hutan mangrove di hilir DAS Torue.



Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

2

SEJARAH ALAM SULAWESI

2.1 SEJARAH GEOGRAFI

Proses geologi yang membentuk rupa bumi berupa peta paleogeografi dalam rentang waktu tertentu membentuk Pulau Sulawesi yang khas dan unik. Kekhasan tersebut dicerminkan dari tumbukan antara fragmen Sundalandia (Sulawesi Barat dan Selatan) dengan fragmen lempeng Australia (Buton-Tukang Besi dan Banggai-Sula), menjadikan terwujudnya sifat biogeografis Sulawesi sangat khas dengan flora dan fauna wilayah Timur (Sundalandia) bertemu dengan flora dan fauna wilayah Australasia. Teori Wallace (1848-1852), inilah yang menetapkan batas biogeografis antara kedua wilayah yang kemudian disebut Garis Wallace, di sekitar Sulawesi.

Ada teori geologi yang cukup detail, namun disertai dengan peta-peta yang mudah dipahami oleh nongeolog. Sumber-sumber yang dijadikan rujukan memberikan lebih banyak detail mengenai geologi dan pengaruh tektonik terhadap perubahan bentuk rupa bumi. Sebagai panduan mengenal proses geologi Sulawesi yang akan berpengaruh pada proses spesiasi, perlu pemahaman peta paleogeografi yang akan memberikan perkiraan empiris paleogeografi pada rentang waktu tertentu. Panduan kualitatif pada setiap titik peta dapat dilihat pada Nugraha & Hall (2018).

2.1.1 Paleogeografi 20 Juta Tahun Lalu (JTL)

Pembentukan pegunungan tinggi di lengan timur Sulawesi adalah akibat tumbukan yang terjadi antara lempeng tektonik Sula Spur dengan pegunungan vulkanik di Sulawesi Utara pada masa Miosen Awal. Pegunungan tersebut tersusun utamanya atas batuan ofiolit dan ultrabasa. Pegunungan ini juga menjadi sumber batuan sedimen tertua yang diendapkan di cekungan Teluk Gorontalo bagian barat (Pholbud, *et al.*, 2012; Pezzati, *et al.*, 2016). Pengangkatan yang terjadi di Sulawesi bagian timur hingga ke Teluk Tolo dan utara lengan Tenggara Sulawesi ditandai dengan hadirnya batuan karbonat Miosen Awal yang mengandung mineral *serpentine, olivine,* dan *chert* (van der Vlerk & Dozy, 1934).

Dataran rendah Sulawesi Barat ditafsirkan dari batuan sedimen halus yang mengandung fosil berumur Miosen Awal seperti yang terdapat pada sumur pengeboran Migas Tike-1 di Cekungan Lariang (Calvert, 2000; Gambar 2.1). Area yang terangkat di Sulawesi Selatan diperkirakan dari penanggalan K-Ar dari batuan vulkanik (Sukamto, 1990; Bergman *et al.* 1996; Polvé *et al.* 1997; Elbur *et al.*, 2003). Data biostratigrafi yang terbatas untuk Miosen Awal menunjukkan adanya laut dangkal yang terdapat di Sulawesi Selatan. Data seismik bawah permukaan dan lapangan di permukaan dari Teluk Bone (Camplin & Hall, 2014) dan Sulawesi Selatan (Wilson, 1995, 2000; Wilson & Bosencem 1996) menunjukkan lingkungan laut dangkal yang cukup luas.

2.1.2 Paleogeografi 15 JTL

Terjadi peristiwa tektonik ekstensional yang berkaitan dengan pengangkatan dan penurunan permukaan bumi di sebagian besar Sulawesi pada periode ini. Hal ini kemudian menyebabkan terbentuknya Laut Banda Utara (Hinschberger *et al.*, 2003) yang dipengaruhi oleh mundurnya subduksi Banda ke arah timur (Spakman & Hall, 2010; Hall, 2012).

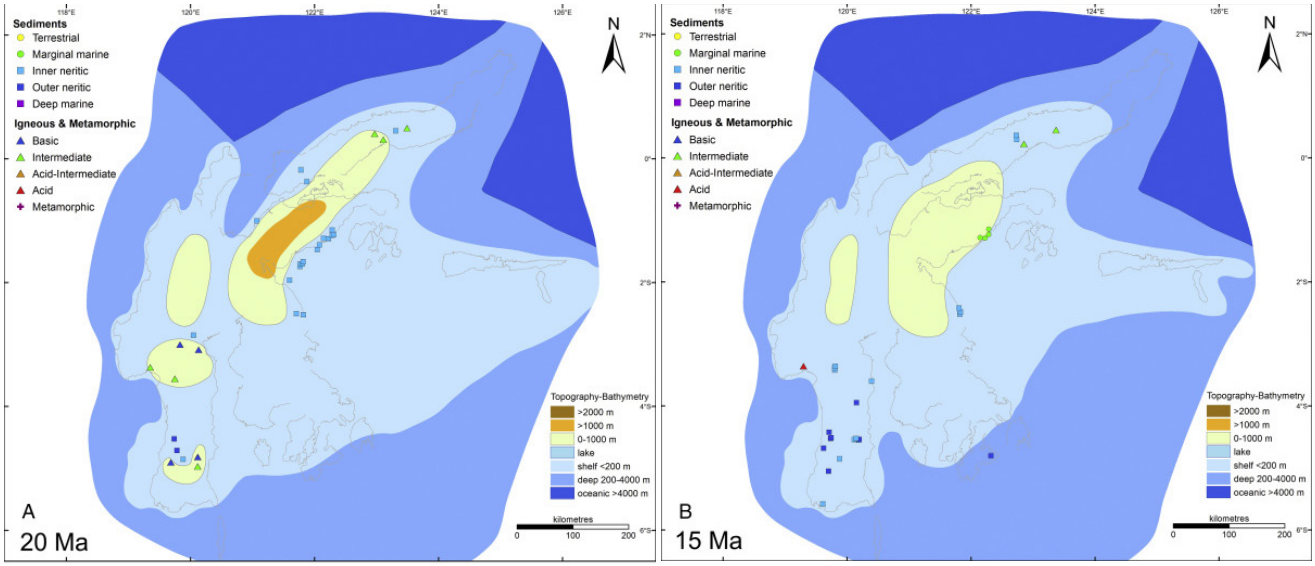
Wilayah daratan yang luas memanjang ke utara dan barat dari Lengan Timur Sulawesi berdasarkan ketidakselarasan yang teramati di timur Teluk Gorontalo (Pholbud *et al.*,2012; Pezzati, 2016).

Terdapat area daratan di Sulawesi Barat yang berkaitan dengan pengangkatan akibat aktivitas vulkanisme (Sukamto, 1990; Bergman *et al.*, 1996; Polvé *et al.*; 1997; Elburg & Foden, 1999; Elburg *et al.*, 2003). Hal ini juga didukung oleh endapan vulkaniklastik Miosen Tengah yang ditembus oleh sumur Tike-1 di Cekungan Lariang, Sulawesi Barat (Calvert, 2000).

Laut dangkal disekitarnya diperkirakan berdasarkan batuan lumpur yang terdapat di Sulawesi Barat.

Di Sulawesi Selatan, terjadi pengendapan sedimen di lingkungan laut dangkal hingga laut dalam ketika terjadi penurunan dan pemekaran cekungan saat Miosen Tengah. Terjadi perubahan lingkungan pengendapan dari laut dangkal menjadi laut dalam ketika batu gamping Miosen Bawah (Grainge & Davies, 1985; Wilson, 1995, 2000; Wilson & Bosence, 1996) digantikan oleh endapan turbidit dan vulkaniklastik yang tebal (Nugraha & Hall, 2018; Gambar 2.1).

Di lengan Tenggara, jeda waktu mengindikasikan bahwa endapan Miosen Tengah telah terkikis atau tidak pernah diendapkan. Lapisan tebal tanah laterit di Sulawesi Tenggara yang sekarang ditambang untuk nikel memberikan indikasi tersingkapnya tanah purba dalam jangka waktu yang lama. Terbentuknya laterit diperkirakan membutuhkan periode pelapukan tropis yang lama, meskipun waktu pastinya masih belum diketahui (Schellmann, 1983; Butt & Cluzel, 2013). Daerah laut dalam di bagian Selatan Pulau Buton diperkirakan dari fosil foraminifera dan fosil nano laut dalam yang terdapat pada sedimen Miosen Tengah dari Sumur Benteng-1 dan Bulu 1-S (Robertson Indonesia, 1989; Davidson, 1991).



Gambar 2.1 Paleogeografi Sulawesi 20 – 15 Juta Tahun Lalu (Nugraha & Hal 2018).

2.1.3 Paleogeografi 10 JTL

Masa 10 juta tahun yang lalu, sebagian besar Sulawesi Utara masih berupa lautan, termasuk di Pulau Togean berdasarkan keterdapatan batugamping yang diendapkan di laut dangkal (Cottam *et al.*, 2011) dan berdasarkan interpretasi seismik di Teluk Gorontalo (Pholbud *et al.*, 2012; Pezzati, 2016). Hal ini juga didukung oleh ketiadaan sedimen silisiklastik di Teluk Gorontalo dan keterdapatan endapan laut dalam di Laut Sulawesi. Karbonat berkembang ke arah pusat cekungan yang mengindikasikan penurunan muka air laut relatif lambat di Cekungan Tomini, Teluk Gorontalo (Pholbud *et al.*, 2012; Pezzati, 2016). Di bagian timur Lengan Timur, pengendapan karbonat laut dangkal di atas endapan transisi yang lebih tua menandakan berkurangkan masukan sumber sedimen klastik dari Lengan Timur (Davies, 1990; Hasanusi *et al.*, 2004).

Meningkatnya magmatisme mungkin menyebabkan pengangkatan di Sulawesi Barat. Magmatisme di Sulawesi Selatan ditandai dengan terbentuknya gunung api (Sukamto, 1990; Bergman *et al.*, 1996; Polvé *et al.*, 1997; Elburg & Foden, 1999; Elburg *et al.*, 2003) dan menghasilkan produk gunung api yang diendapkan di laut Teluk Bone, Sulawesi Barat dan Sulawesi Selatan (van Leeuwen, 1981; Grainge & Davies, 1985; Wilson, 1995, 2000; Calvert, 2000; Sudarmono, 2000). Karbonat masih tumbuh secara lokal pada struktur tinggi di Sulawesi Selatan dan Teluk Bone meskipun magmatisme terus berlangsung (Grainge & Davies, 1985; Wilson, 1995; Ascaria, 1997; Camplin & Hall, 2014). Di Lengan Tenggara Sulawesi, material sedimen ultrabasa dan ofiolitik diendapkan di lingkungan darat hingga laut berdasarkan kandungan sedimen

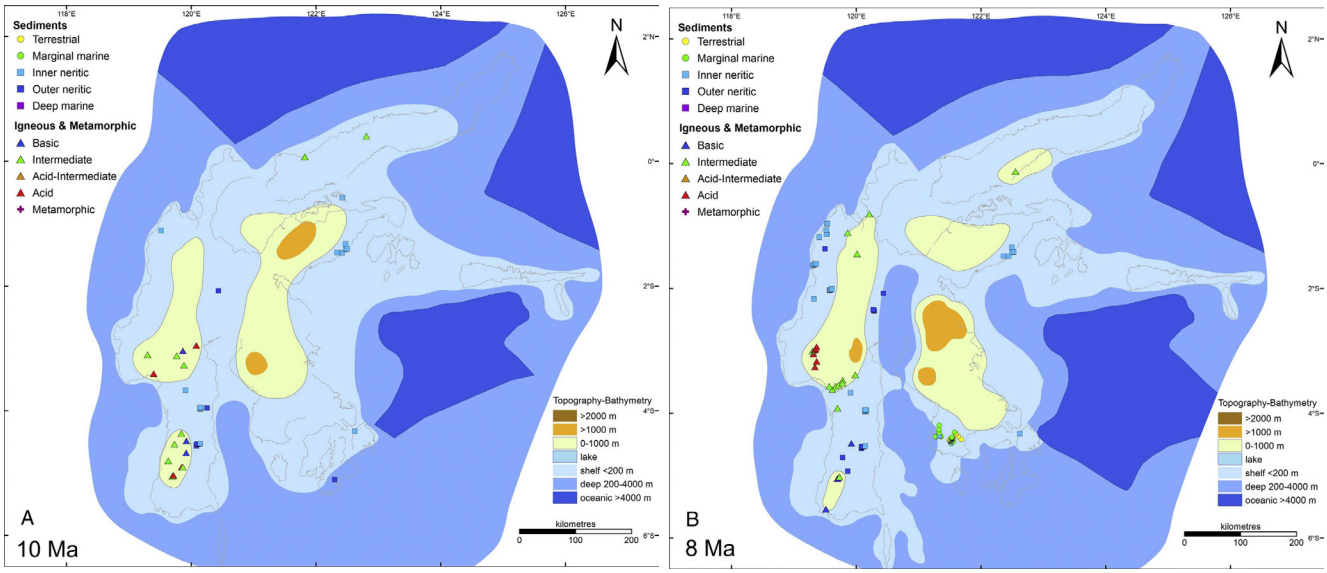
laut Miosen Tengah hingga Miosen Atas dari sumur BBA-1X (Sudarmono, 2000) dan berdasarkan sekuen seismik di Teluk Tolo dan Teluk Bone (Rudyawan & Hall, 2012; Camplin & Hall, 2014). Material sedimen tersebut diperkirakan berasal dari sumber tinggian atau pegunungan yang terdapat di Sulawesi bagian timur. Suksesi sedimen yang mendalam dari sublitoral ke bathyal atas di Pulau Buton menunjukkan adanya pendalam yang terus berlangsung selama Miosen Tengah dan Akhir (Wiryosujono & Hainim, 1975; Robertson Indonesia, 1989; Fortuin *et al.*, 1990; Smith & Silver, 1991).

2.1.4 Paleogeografi 8 JTL

Subduksi di bawah lengan utara Sulawesi dimulai sekitar 8 juta tahun yang lalu (Advokaat, 2015; Hall, 2017b). Pada tahap awal, tidak terdapat lempeng yang tersubduksi di bawah Lengan Utara tetapi terdapat beberapa magmatisme di utara Sulawesi yang disertai dengan pendalaman dan pergerakan material ke arah utara lereng Selatan Laut Sulawesi. Kemudian, Lengan Utara mulai bergerak ke arah Laut Sulawesi (Gambar 2.2).

Intrusi granitoid dalam jumlah kecil diketahui dari bagian tengah Sulawesi Utara (Rudyawan, 2016), yang kemungkinan menyebabkan terjadinya pengangkatan daratan. Pada saat yang bersamaan, karbonat juga diendapkan di daerah sekitarnya seperti Sulawesi Barat, Cekungan Tomini di Teluk Gorontalo, Kepulauan Togian dan beberapa daerah di Lengan Timur). Munculnya karbonat di bagian selatan Lengan Timur Sulawesi menunjukkan pendalaman yang terjadi di daerah tersebut (Davies, 1990; Hasanusi *et al.*, 2004).

Peristiwa magmatisme dan pengangkatan yang disertai dengan munculnya gunungapi di Sulawesi Barat diketahui dari penanggalan umur K-Ar dan U-Pb zircon (Priadi *et al.*, 1993, 1994; Bergman *et al.*, 1996; Polvé *et al.*, 1997; Elburg *et al.*, 2003; Hennig, 2015). Keterdapatan endapan aliran gravitasi bawah laut yang mengandung fragmen litik dan vulkanik di Sulawesi Barat mendukung indikasi adanya pengangkatan daratan yang signifikan (Calvert, 2000).



Gambar 2.2 Paleogeografi Sulawesi 10 – 8 Juta Tahun Lalu (Nugraha & Hall, 2018).

2.2 BATAS DAN FITUR GEOGRAFIS

2.2.1 Karakteristik Darat

Sulawesi terletak di antara 0°-4° LS dan 119°-125° BT dan dibatasi oleh Selat Makassar di sebelah barat, Laut Sulawesi di sebelah utara, Laut Maluku di sebelah timur, dan Selat Flores di sebelah selatan. Pulau Sulawesi memiliki empat semenanjung utama: Semenanjung Minahasa di utara, Semenanjung Tenggara di tenggara, Semenanjung timur di dan Semenanjung Bone di selatan. Selain itu, ada beberapa pulau satelit yang termasuk dalam wilayah Sulawesi, seperti Pulau Selayar, Pulau Togian, Pulau Banggai, dan Pulau Morowali.

Topografi Sulawesi sangat kompleks, dengan dataran rendah, pegunungan, dan lembah-lembah sungai yang luas. Pegunungan di Sulawesi termasuk Pegunungan Latimojong, Pegunungan Gandang Dewata, Pegunungan Mekongga, dan Pegunungan Torompupu. Di sepanjang pantai, terdapat beberapa dataran rendah, seperti Dataran Rendah Gorontalo di utara, Dataran Rendah Mamuhu di barat dan Dataran Rendah Bone di selatan.

Selain pegunungan dan dataran rendah, Sulawesi juga memiliki berbagai rawa-rawa dan danau-danau yang menjadi habitat penting bagi tumbuhan dan binatang air. Contohnya, kompleks Danau Matano dan Danau Towuti merupakan salah satu danau purba di Sulawesi yang memiliki keanekaragaman biota air tawar endemik yang tinggi.

Pulau Sulawesi juga memiliki kawasan karst yang penting dan memiliki keunikan tersendiri dalam hal keanekaragaman hayati dan nilai geologisnya. Beberapa di antaranya adalah :

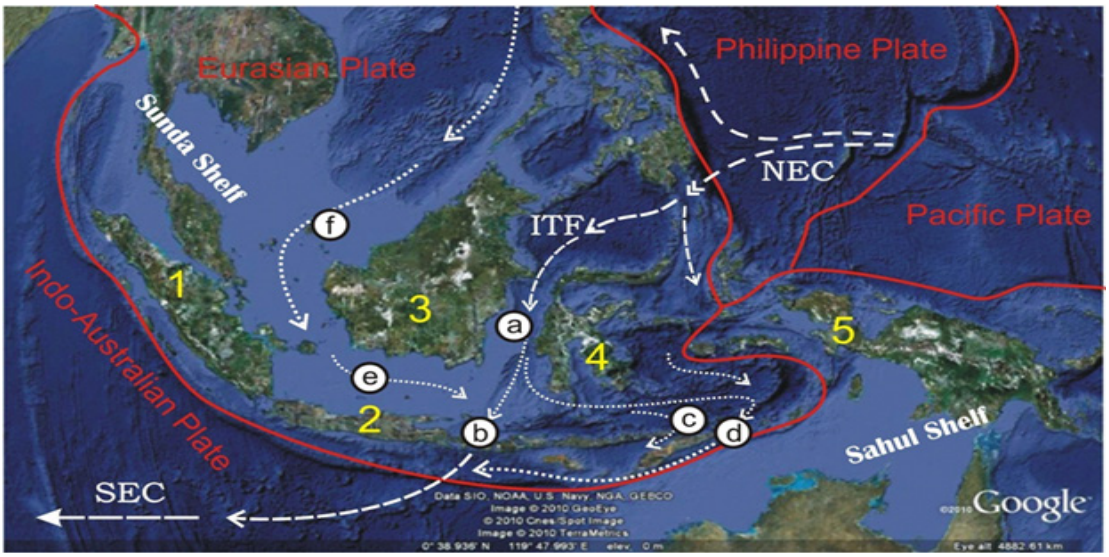
1. **Kawasan Karst Maros-Pangkep**. Merupakan salah satu kawasan karst terbesar di Asia Tenggara dan diakui sebagai Situs Warisan Dunia UNESCO sejak tahun 2019. Kawasan ini memiliki formasi geologi yang unik dengan bentuk-bentuk karst yang spektakuler seperti dolina, polje, dan terowongan bawah tanah. Keanekaragaman hayati di kawasan ini termasuk tinggi dengan berbagai spesies tumbuhan endemik, mamalia, dan reptil.
2. **Kawasan Karst Rammang-Rammang**. Terletak di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, kawasan karst ini dikenal karena keindahan tebing-tebing karstnya yang tinggi dan terjal. Rammang-Rammang juga merupakan salah satu kawasan karst terbesar di Sulawesi dengan gua-gua yang menarik seperti Gua Prehistorik, Gua Maria, dan Gua Lalang. Kawasan ini juga menjadi habitat bagi beberapa spesies burung endemik dan kelelawar.
3. **Kawasan Karst Lembah Bada.** Terletak di Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah. Kawasan karst ini merupakan bagian dari pegunungan Toraja yang memiliki kekayaan budaya dan keanekaragaman hayati yang tinggi. Di kawasan ini terdapat gua-gua karst yang menjadi tempat tinggal bagi spesies-spesies unik seperti tarsius, babi rusa, dan burung endemik.
4. **Kawasan Karst Tana Toraja.** Kawasan karst di Tana Toraja, Sulawesi Selatan, juga memiliki nilai penting dalam hal geologi dan keanekaragaman hayati. Terdapat gua-gua yang digunakan sebagai tempat peribadatan tradisional oleh masyarakat setempat, serta berbagai spesies tumbuhan dan hewan yang hidup di sekitar kawasan karst ini.

Iklim Sulawesi cukup beragam, bergantung pada ketinggian dan lokasi geografisnya. Menurut Kusumadinata (2003), wilayah Sulawesi terbagi menjadi dua tipe iklim, yaitu iklim tropis basah dan iklim tropis kering. Daerah beriklim tropis basah terletak di wilayah pegunungan, sementara iklim tropis kering terletak di dataran rendah dan pantai. Iklim di Sulawesi juga dipengaruhi oleh musim angin, yaitu musim barat dan timur.

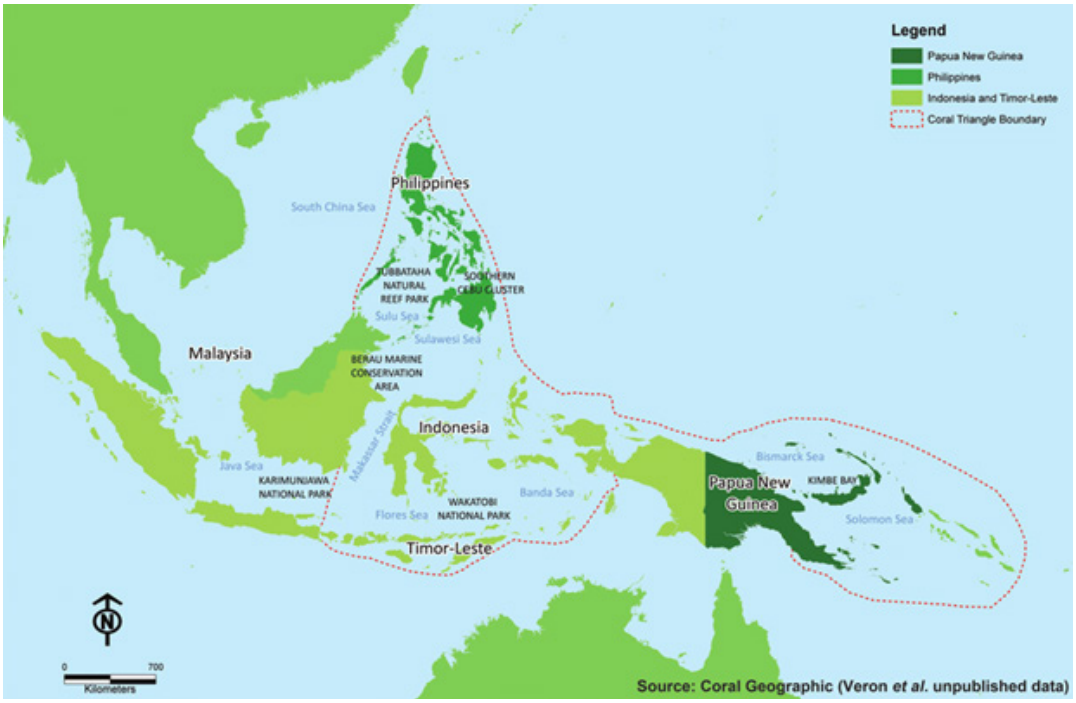
Tipe iklim dan topografi Sulawesi mempengaruhi kondisi habitat dan keanekaragaman hayati di wilayah ini. Berbagai spesies tumbuhan dan hewan hidup di Sulawesi, termasuk beberapa spesies endemik yang hanya dapat ditemukan di wilayah ini. Selain itu, peristiwa sejarah seperti terbentuknya jembatan darat antara Sulawesi dan Kalimantan selama masa *Last Glacial Maximum* (LGM) juga berpengaruh pada keanekaragaman hayati di wilayah Sulawesi.

2.2.2
Karakteristik Perairan Laut

Perairan di sekitar Pulau Sulawesi memiliki topografi bawah laut yang beragam, mulai dari dinding terjal hingga dataran yang dangkal. Kawasan Sulawesi juga menjadi unik karena adanya Arus Lintas Indonesia (Arlindo) atau yang dikenal dengan *Indonesian Through Flow* (ITF) yang berperan sangat penting bagi keanekaragaman biota laut di kawasan ini (Gambar 2.3). Sebagai bagian dari *conveyor belt*, sistem pergerakan massa air global, Arlindo yang bergerak secara konsisten dari Samudera Pasifik ke arah Samudera Hindia menjadi faktor utama dalam distribusi spesies, terutama pada fase larva. Selain itu keanekaragaman hayati di wilayah perairan sekitar Sulawesi cukup tinggi mengingat lokasi ini menjadi pusat dari segitiga terumbu karang dunia (*the coral triangle*, Gambar 2.4).



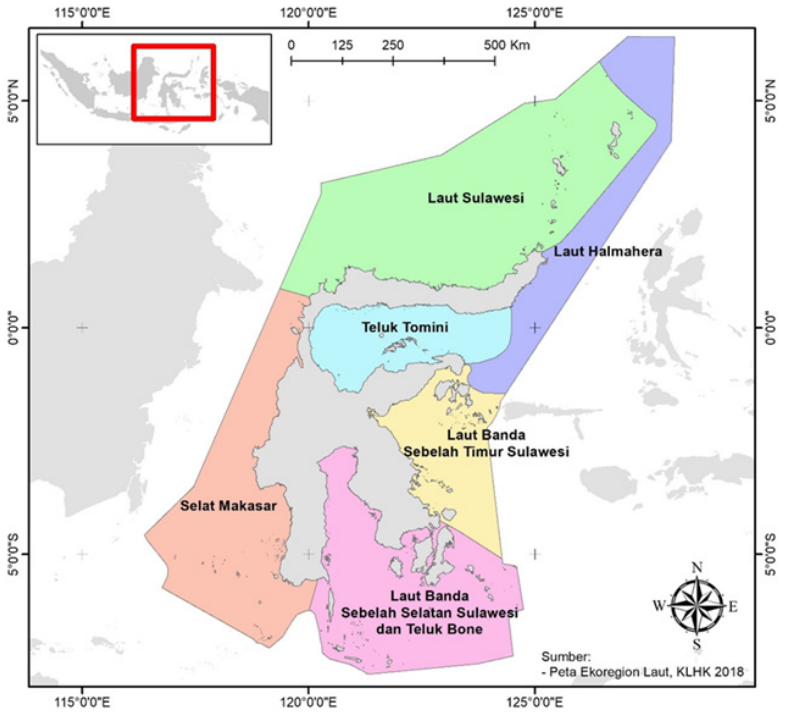
Gambar 2.3 Peta Indonesia yang menunjukkan lempeng tektonik utama (garis merah dan teks merah), pulau besar (1. Sumatra, 2. Jawa, 3. Kalimantan, 4. Sulawesi dan 5. Papua), dan Arus Lintas Indonesia (ITF) jalur (NEC: Arus Khatulistiwa Utara; SEC: Arus Khatulistiwa Selatan; a: Selat Makassar, b: Selat Lombok, c: Selat Ombai, d. Celah Timor, e: Laut Jawa, f: Laut Cina Selatan) (dimodifikasi dari Google Earth 5.2.1.1588).



Gambar 2.4 Segitiga terumbu karang dunia (*the coral triangle*).

Perairan laut di sekitar Sulawesi membentuk beberapa ekoregion laut yang memiliki komposisi spesies, komunitas alam dan kondisi lingkungan yang bersatu dalam sebuah lingkup geografis. Terdapat enam ekoregion laut yang berbatasan dengan pulau Sumatra, yaitu Laut Sulawesi, Selat Makassar, Teluk Tomini, Laut Halmahera, Laut Banda sebelah Timur Sulawesi, dan Laut Banda sebelah Selatan Sulawesi dan Teluk Bone (Gambar 2.5).

Setiap ekoregion laut tersebut memiliki karakter yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, akibat adanya perbedaan kondisi oseanografi fisika, kimia laut, serta dipengaruhi oleh geomorfologi dasar laut. Detil terkait karakteristik dari setiap ekoregion laut di sekitar pulau Sulawesi adalah :



Gambar 2.5 Peta ekoregion laut di sekitar pulau Sulawesi.

Laut Sulawesi

Laut Sulawesi berada di sebelah utara Pulau Sulawesi dan sebelah timur bagian utara Pulau Kalimantan dengan luas sekitar 323.866 km^2 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2013). Laut Sulawesi merupakan perairan basin besar dan tergolong sebagai laut terdalam di Indonesia yang kedalamannya mencapai 6.200 meter. Salah satu keunikan Laut Sulawesi adalah menjadi pintu masuk Arlindo yang membawa massa air dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia melalui Selat Makassar (Gordon, 2005). Fenomena tersebut juga menjadi faktor tingginya keanekaragaman hayati di wilayah yang dilalui oleh Arlindo, termasuk di Laut Sulawesi. Arus ini menjadi jalur dan distribusi organisme laut masuk ke Laut Sulawesi hingga ke Samudera Hindia dari Samudera Pasifik. Keunikan lainnya adalah terbentuknya perairan Sangihe Talaud yang berasal dari aktivitas tektonik sehingga menyebabkan banyaknya gunung api bawah laut di kedalaman 600 - 900 meter. Adanya aktivitas hidrotermal ditandai dengan adanya cerobong-cerobong di dasar perairan (Troa *et al.*, 2016).

Selat Makassar

Selat Makassar merupakan perairan laut yang terletak di antara Pulau Kalimantan dan Sulawesi. Luas perairan ini sekitar 288.005 km^2 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2013). Bagian utara yang berhubungan langsung dengan Laut Sulawesi merupakan bagian selat yang paling dalam, mencapai 2.500 m, sedangkan di bagian selatan adalah bagian selat dangkal dengan kedalaman kurang dari 2.000 m yang selanjutnya bersambung hingga ke selatan menuju daerah paparan dangkal Laut Jawa bagian timur (Hall *et al.*, 2009). Selat Makassar juga dilalui oleh Arlindo sehingga memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi.

Teluk Tomini

Teluk Tomini memiliki luas yang paling kecil, hanya 70.020 km^2 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2013). Meskipun demikian, teluk ini merupakan teluk terbesar di wilayah perairan Indonesia. Karakteristik Teluk Tomini adalah perairan dalam dan semi tertutup yang bersinggungan langsung

dengan tiga provinsi, yaitu Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah dan Gorontalo. Teluk ini memiliki kedalaman rata-rata lebih dari 1.500 m dan berbentuk corong ke arah timur yang berhubungan dengan Laut Sulawesi, Laut Maluku dan Teluk Tolo. Kondisi demikian menjadikan terjadinya sirkulasi massa air di dalam teluk dengan perairan di sekitarnya (Setyadji & Priatna, 2011). Selain itu, Teluk Tomini juga diketahui memiliki potensi perikanan yang cukup besar untuk mendukung perekonomian daerah dan devisa negara (Syahrul, 2012) serta nilai potensi wisata laut yang tinggi, terutama dari keindahan bawah laut yang menampilkan terumbu karang dan keanekaragamannya yang cukup tinggi (Sari dkk., 2018).

Laut Halmahera

Ekoregion Laut Halmahera memiliki luas sekitar 451.955 km^2 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2013). Ekoregion ini berbatasan dengan Pulau Sulawesi hanya di sebelah timur provinsi Sulawesi Utara. Laut Halmahera memiliki kedalaman hingga 2.039 m dan menjadi perairan yang dilintasi oleh Arlindo. Fenomena tersebut memberikan pengaruh terhadap massa air Laut Halmahera. Perairan ini juga diketahui memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi.

Laut Banda Sebelah Timur Sulawesi

Luas Laut Banda Sebelah Timur Sulawesi adalah 160.361 km^2 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2013). Massa air Laut Banda mendapat pengaruh langsung dari aliran massa air Samudera Pasifik melalui Arlindo. Morfologi dasar laut perairan ini berupa dataran abisal dan lereng benua dengan kedalaman hingga 9.514 m. Bentuk topografi Laut Banda yang kompleks sangat menentukan dalam pengendalian pertukaran massa air (Amri dkk., 2021).

Laut Banda Sebelah Selatan Sulawesi dan Teluk Bone

Laut Banda Sebelah Selatan Sulawesi dan Teluk Bone memiliki luas 169.160 km^2 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2013). Morfologi dasar perairan ini berupa dataran abisal dan lereng benua dengan kedalaman hingga 3.700 m. Ekoregion ini juga dilewati oleh massa air Samudera Pasifik yang dibawa oleh Arlindo dari dua arah, yaitu dari Selat Makassar yang membelok ke timur melewati Laut Flores dan Laut Banda sebelah selatan Sulawesi menuju ke pusat Laut Banda dan dari arah Selat Lifamatola yang melewati Laut Banda Sebelah Timur Sulawesi (Pranowo dkk., 2006; Susanto dkk., 2010).

2.3 SEJARAH ALAM DAN KEANEKARGAMAN HAYATI DALAM ZONA BIOGEOGRAFI WALLACEA

Wallace's Line adalah garis demarkasi antara fauna di kawasan Indonesia yang pertama kali digagas oleh ahli biologi Inggris, Alfred Russel Wallace. Ketika melakukan perjalanan di Kepulauan Melayu (*Malay Archipelago*), ia menemukan perbedaan yang tajam antara keanekaragaman spesies- spesies fauna (misalnya burung, serangga, dan mamalia) di pulau-pulau di sebelah barat seperti Sumatra, Jawa, Kalimantan, dan Bali dengan pulau-pulau di sebelah timur seperti Lombok, Sulawesi, Timor, dan Maluku (Wallace, 1869). Garis khayal ini kemudian diberi nama "*Wallace's Line*" oleh Thomas Huxley pada tahun 1868.

Garis Wallace awalnya dianggap membatasi fauna dengan elemen benua Asia dengan elemen Australia. Garis Wallace ini sendiri awalnya terletak di sisi barat Filipina, namun kemudian dirubah oleh Mayr menjadi di sisi timur negara itu pada tahun 1944. Sulawesi diapit oleh beragam garis demarkasi seperti: Garis Wallace, Merrill -Dickerson, Zollinger di sisi Barat serta Weber dan Lyddeker di sisi Timur (Huxley, 1868; Simpson 1977). Keberagaman bermacam garis demarkasi yang melintasi di sekitar Sulawesi didasarkan pada studi-studi untuk satwa (Stelbrink, 2011; Lohmann, 2012; Michaux, 1994; Simpson 1977) dan mengindikasikan kurangnya riset khususnya biogeografi mengenai tumbuhan di Sulawesi.

Di antara garis Wallace yang terletak paling barat dan Garis Lydekker yang terletak paling timur terdapat kawasan yang dikenal sebagai Kawasan Wallacea. Kawasan ini terkenal karena memiliki fauna yang sangat kaya dan endemik dengan asal dari kedua daratan utama di wilayah tersebut, yaitu Sundaland dan Sahul. Wilayah ini memiliki banyak spesies yang hanya dapat di sana dan tidak ditemukan di tempat lain di dunia. Oleh karena itu, kawasan ini menjadi sangat penting bagi biologi dan konservasi, terutama satwa.

Dalam kawasan Wallacea, Sulawesi adalah salah satu pulau yang memiliki keunikan tersendiri karena merupakan lokasi yang penting untuk mempelajari sejarah dan evolusi kehidupan di kawasan Asia Tenggara. Sulawesi merupakan bagian dari suatu kawasan geologi yang kompleks, yang meliputi lempeng Asia Tenggara dan Pasifik Barat Daya. Proses-proses paleogeografi yang terjadi di Sulawesi telah memberikan pengaruh besar terhadap evolusi kehidupan di Indonesia. Oleh karena itu, Sulawesi dikenal sebagai penghubung zona Indo-Malaya di sebelah barat dengan zona Australasia di kawasan timur.

Dari proses paleogeologis selama jutaan tahun antara Paparan Sunda dan Paparan Sahul menjadikan Sulawesi sebagai *hot spots* bagi diversifikasi spesies secara *in-situ*. Oleh sebab itu, Sulawesi menjadi tempat berkembang bagi berbagai spesies tumbuhan dan satwa yang secara unik dan juga menghasilkan kekayaan faunistik dan floristik serta endemisme tinggi. Dengan demikian Sulawesi merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki sejarah genetik dan evolusi sangat menarik untuk dipelajari.

Selain peristiwa tektonik, iklim juga memainkan peran penting dalam sejarah geologis Sulawesi. Peristiwa perubahan iklim purba mempengaruhi diversifikasi dan evolusi biota di wilayah ini. Analisis catatan polen pada sedimen purba beberapa danau di Sulawesi (Towuti, Tondano, dll.) menunjukkan bahwa selama periode akhir pleistosin, Sulawesi mengalami iklim yang dingin dan basah. Hal ini ditandai dengan adanya polen-polen tumbuhan dari kelompok Fagaceae pada ketinggian 800 m dpl. Selanjutnya pada periode *Last Glacial Maximum* (LGM), Sulawesi mengalami periode iklim yang lebih kering, ditandai dengan polen-polen tanaman rerumputan dan kemungkinan seringnya terjadi kebakaran vegetasi. (Stevenson, 2018).

Nugraha & Hall (2018) menyatakan bahwa perubahan iklim di Sulawesi berpengaruh besar terhadap sejarah perkembangan geologisnya. Pada masa Pliosen (sekitar 5 juta tahun yang lalu), Sulawesi mengalami penurunan suhu dan kelembaban, yang mempengaruhi penyebaran dan evolusi tumbuhan di wilayah ini. Perubahan iklim ini juga berdampak pada perubahan habitat dan distribusi fauna di Sulawesi.

Sejarah LGM memainkan peran penting dalam sejarah biogeografi Sulawesi. Selama masa itu, pada sekitar 20.000 tahun yang lalu, suhu permukaan bumi turun drastis dan menyebabkan penurunan permukaan laut sekitar 120 m dpl dibandingkan dengan masa sekarang ini. Turunnya

permukaan air laut tesebut menyebabkan lebih banyak masa daratan yang terpapar udara dan jarak isolasi antara Sulawesi dengan sejumlah pulau-pulau lainnya, termasuk Kalimantan, Jawa, dan Bali menjadi lebih dekat. Bahkan masa dataran di antara pulau-pulau ini yang terpapar udara karena penurunan permukaan air laut dapat berperan sebagai batu loncatan untuk penyebaran biota dari barat menuju timur.

Peristiwa terbentuknya koridor darat berupa batu loncatan ini memungkinkan migrasi dan dispersi berbagai spesies fauna dan flora antara pulau-pulau tersebut. Meskipun jembatan darat terbentuk secara sementara selama masa LGM, tetapi dampaknya terhadap biota Sulawesi tetap signifikan hingga saat ini. Studi oleh Lohman *et al.* (2011) menunjukkan bahwa beberapa spesies burung di Sulawesi memiliki keturunan dari populasi di Kalimantan, yang menunjukkan adanya hubungan genetik antara dua pulau ini yang terjalin selama masa LGM.

Spesiasi dan diversifikasi fauna di Sulawesi terjadi karena proses evolusi yang panjang dan kompleks dan melibatkan proses selama jutaan tahun. Seiring waktu, spesies yang berasal dari benua Asia dan Australia menyeberang dan tersebar ke Sulawesi baik melalui skenario vikarian maupun dispersal yang kemudian beradaptasi dan berdiversifikasi menjadi spesies baru yang memiliki ciri-ciri unik dan berbeda dari spesies asalnya. Sebagai contoh, terdapat 22 spesies ikan air tawar endemik di kompleks danau Matano-Mahalona-Towuti, Sulawesi Selatan, yang terbentuk melalui proses spesiasi dan diversifikasi yang terjadi selama jutaan tahun pada kedua danau purba tersebut (Samuel dkk, 2009). Selain itu, terdapat penemuan besar yang melibatkan 131 spesies baru dari kumbang marga *Trigonopterus* yang tersebar di Pulau Sulawesi (Riedel & Narakusumo 2019; Narakusumo & Riedel, 2021). Lebih dari 95% kumbang *Trigonopterus* yang ditemukan di Sulawesi tersebut merupakan fauna yang mikro-endemik dan hanya ditemukan di satu lokasi saja dengan persebaran yang tidak lebih dari seluas 100 km (Narakusumo & Riedel, 2021).

Studi molekuler pada biota Sulawesi telah memberikan wawasan baru tentang sejarah evolusi di pulau ini termasuk mengkonfirmasi skenario paleogeografi. Dalam beberapa tahun terakhir, para peneliti telah berhasil mengidentifikasi pola biogeografi dan proses evolusi pada berbagai spesies di Sulawesi menggunakan pendekatan analisis molekuler misalnya dengan metode *molecular clock*, *biogeographical analysis* dan *ancestral dating*. Sebagai contoh pada inferensi biogeografi beberapa fauna, kita jadi mengetahui bahwa zona Wallacea terutama pulau Sulawesi tercatat sebagai penghubung penting antara zona Australasia dan Indo-Malaya.

Beberapa taksa memiliki garis keturunan yang berasal dari kawasan Indo-Malaya kemudian menyeberang ke kawasan Wallacea dan berlanjut ke kawasan Australasia. Penelitian Takehana *et al.*, (2015) menunjukkan perpindahan spesies ikan khususnya suku Adrianihchtyidae berasal dari zona biogeografi Indo-Malaya (Borneo) dengan mekanisme perpindahan secara vikarian berdasarkan pola filogeografi setelah terisolasi oleh selat Makassar sekitar lebih dari 29 Mya. Menurut Mokodongan & Yamahira (2015), suku Adrianichthyidae berasal dari Asia dan kemudian menyebar ke Sulawesi melalui Sahul Shelf. Temuan ini berbeda dengan penelitian Takehana *et al.* (2015) yang tidak menemukan distribusi suku ini di bagian barat Sulawesi. Mereka menyimpulkan bahwa nenek moyang dari genus ini pertama kali muncul di pulau Sulawesi melalui bagian Tenggara dengan proses perpindahan melintasi lautan sekitar 20 juta tahun yang lalu.

Pada cicak terbang *Draco lineatus*, menggunakan data dari DNA mitokondria, diketahui bahwa kelompok ini terdiri atas 15 spesies, dengan sembilan di pulau Sulawesi dan enam di pulau-pulau perifernya. Nenek moyang dari kelompok ini memulai kolonisasi di Sulawesi sekitar 11 juta tahun yang lalu ketika proto-Sulawesi kemungkinan terdiri atas dua pulau, dan mulai berevolusi sekitar 6 juta tahun lalu saat pulau-pulau baru terbentuk di antaranya dan membentuk Sulawesi yang dikenal sekarang dan dihuni melalui skenario dispersal melintasi perairan. Perbesaran dan penggabungan banyak pulau nenek moyang ini menjadi Sulawesi modern, terutama selama 3 juta tahun terakhir, memicu interaksi spesies yang dinamis karena garis keturunan yang sebelumnya terisolasi masuk ke dalam kontak sekunder, beberapa di antaranya menghasilkan peleburan garis keturunan, dan yang lain bertahan hingga saat ini (Mcguire *et al.*, 2023).

Di sisi lain, ada juga taksa yang berasal dari zona Australasia kemudian menyeberang ke Wallacea dan lebih lanjut berdiversifikasi ke kawasan Indo-Malaya seperti kumbang *Trigonopterus* (Riedel *et al.*, 2020). Kumbang ini tercatat juga tidak melakukan kolonisasi balik ke arah timur. Selain itu studi Letsch *et al.*, (2021) menemukan konsekuensi perpindahan habitat dari kumbang *Trigonopterus* yaitu ketika salah satu garis keturunan kumbang *Trigonopterus* menyeberangi garis Wallacea ke arah Indo-Malaya (arah barat) maka

keturunannya berevolusi untuk berpindah habitat dari semula hidup pada dedaunan menjadi hidup di serasah tanah (Letsch *et al*., 2021).

Estimasi waktu divergensi pada multi taksa yang dianalisis oleh Stellbrink *et al.* (2011) meliputi mamalia, moluska, ikan serangga, dan herpetofauna dimana sebagian besar mendukung hipotesis dispersal, sedangkan skenario vikarian hanya 10-20% dari taksa yang dipelajari. Hal ini menandakan banyak dari fauna berevolusi ke Sulawesi jauh sebelum terbentuknya pulau tersebut dan melakukan distribusi dispersal ke wilayah tersebut. Skenario vikariansi sangat tergantung pada data tektonik dan paleogeografi yang akurat, tetapi bukti adanya vikariansi pada sebagian taksa pada saat yang sama dapat memberikan informasi kepada ahli geologi dan meningkatkan kemungkinan adanya daratan di bagian-bagian tertentu di Wallacea atau menyarankan tempat bukti geologis yang dapat dicari.

Berdasarkan komponen flora, Sulawesi menyajikan gambaran yang berbeda dari komponen fauna. Garis demarkasi biogeografi Wallace yang membentang dari utara ke selatan memisahkan kawasan barat dan timur Indonesia tidak berlaku sepenuhnya saat membandingkan komposisi flora. Pada zona geografi tumbuhan Kawasan Malesia, antara Asia dan Australia, wilayah terbagi menjadi tiga yaitu barat, timur, dan selatan. Analisis awal berdasarkan jumlah dan komposisi marga tumbuhan, Sulawesi berada pada kawasan timur Wallacea yang bersatu dengan kepulauan Maluku dan Papua. Di sisi lain, Sulawesi tidak memiliki banyak persamaan floristik dengan Kepulauan Sunda Kecil yang secara floristik mirip dengan Jawa (van Steenis, 1950).

Baker *et al.* (1998) memetakan keragaman yang tinggi dari kelompok palem di Paparan Sunda. Beberapa marga palem bukan liana seperti *Salacca, Eleiodoxa,* dan *Eugeissona* juga terbatas di Indonesia barat dan tidak mencapai Sulawesi. Batas timur sebagian besar kelompok palem liana yang lebih dikenal dengan sebutan rotan seperti *Plectocomia, Ceratolobus, Plectocomiopsis, Retispatha* adalah Kalimantan. Hanya *Calamus* dan *Daemonorops* yang menyebar hingga Sulawesi. Di sisi lain Sulawesi adalah batas barat *Pigafetta.* Sulawesi memiliki kesamaan yang tinggi dengan Pulau Jawa dan Maluku dibandingkan dengan pulau-pulau lainnya di Indonesia berdasarkan koefisien Kroeber. Komposisi floristik Sulawesi konsisten dekat dengan Maluku berdasarkan UPGMA dengan koefisien Sorensen (Welzen *et al*., 2011). Sulawesi merupakan pulau besar dengan proporsi spesies endemik yang rendah (12 %) yang tidak merefleksikan durasi isolasi dari pulau tersebut (Roos *et al.* 2004).

Studi oleh Cannon *et al.* (2007) menunjukkan bahwa rendahnya keanekaragaman hayati tumbuhan dan tingkat endemisme di Sulawesi mungkin saja berhubungan dengan rendahnya koleksi tumbuhan dan terbatasnya studi taksonomi yang ada. Bahkan keterbatasan data mengindikasikan bahwa masih diperlukan banyak data yang perlu digali terkait keanekaragaman spesies baru serta wilayah distribusi yang belum terungkap (Whittaker *et al.* 2005).

Di balik bentuknya yang unik, Sulawesi sangat mungkin terhubung dengan Borneo melalui Jawa sebagai rangkaian pulau-pulau kecil di era Pliosen (Culmsee 2011). Stelbrink *et al.* (2012) yang merangkum beragam studi biota Sulawesi menunjukkan bahwa bagian barat berasal dari paparan Sunda, terutama dari Borneo, sebelum pemisahan di era Eocene 45 juta tahun yang lampau. Di lain pihak dari sisi timur, terdapat tiga komponen utama yaitu kemudian menjadi Sulawesi sisi timur, sisi tengah, dan daratan dekat kepulauan Banggai Sula Paparan Sahul. Bagian ini terpisah dari Papua sejak era Miocene sekitar 20 juta tahun yang lalu, dan baru bersatu dengan sisi barat Sulawesi sekitar 15-10 juta tahun silam. Hal yang menarik adalah, semua contoh berasal dari studi hewan dan tidak ada perwakilan dari studi tumbuhan.

Beragam riset tumbuhan yang dilakukan berbagai pihak menunjukkan bervariasinya skenario kolonisasi Sulawesi dari daerah sekitarnya. Riset oleh Jansenss *et al.* (2016) menunjukkan bahwa dua subspesies pisang hutan, *Musa acuminata zebrina* dan *M. acuminata banksii* yang terdapat di Sulawesi berasal dari Paparan Sunda, tetapi memiliki garis keturunan dari wilayah asal yang berbeda yaitu Kalimantan dan Sumatra.

Riset pada kelompok *Begonia* oleh Thomas *et al.* (2012) menunjukkan bahwa alur kolonisasi Sulawesi terjadi lebih dari sekali. Pada *Begonia* seksi *Petermannia* menunjukkan bahwa sebagian besar subkelompoknya yang berasosiasi erat dengan lokasi geografi dapat merefleksikan sejarah penyebaran sejak masa lampau.

Komposisi pepohonan penyusun vegetasi Sulawesi cukup unik karena vegetasi pegunungan pada ketinggian menengah mirip dengan Malesia Barat terutama Borneo, sedangkan pada ketinggian yang lebih tinggi memiliki komponen Papuasia seperti *Podocarpaceae* yang melimpah dan

juga *Daphniphyllaceae, Myrsinaceae*, bahkan *Winteraceae* (Culmsee 2011). Komponen besar dari tumbuhan Australia yang terwakili di Sulawesi adalah dari suku *Myrtaceae* (Brambach *et al.* 2019).

Perairan sekitar pulau Sulawesi merupakan bagian dari kawasan segitiga terumbu karang dunia yang diketahui sebagai lokasi dengan tingkat keanekaragaman ikan karang tertinggi di dunia. Selain Indonesia, beberapa negara lain yang tergabung dalam kawasan terumbu karang dunia adalah Malaysia, Filipina, Timor-Leste, Papua Nugini, dan Kepulauan Solomon. Alasan utama tingginya keanekaragaman ikan karang di kawasan ini, termasuk perairan sekitar Sulawesi adalah kondisi geologis yang unik yang menyediakan habitat beragam bagi ikan karang. Terumbu karang juga menyediakan kestabilan habitat dan lingkungan bagi ikan karang (Yalindua, 2021).

Sebagian besar takson yang tinggal di wilayah Indo-Pasifik barat tidak menganggap Indonesia sebagai pusat asal (Santini & Winterbottom, 2022). Sebaliknya, area ini sangat terdiferensiasi secara evolusi. Kebanyakan garis keturunan mungkin berasal dari Pasifik Barat Daya, Australia, atau Samudra Hindia Barat. Ini mungkin terjadi karena garis keturunan yang terpisah setelah pembagian superbenua Gondwana atau karena pergerakan busur pulau. Pembagian Gondwana, sebagai salah satu peristiwa geologi, tampaknya sangat sesuai dengan pola distribusi biota saat ini. Ini menunjukkan bahwa mekanisme utama spesiasi adalah peristiwa vikarian.

Dalam rangka menjaga kekayaan alam Sulawesi, diperlukan upaya konservasi yang baik, terutama bagi spesies-spesies endemik yang sangat rentan terhadap ancaman kepunahan. Oleh karena itu, penelitian dan pemahaman yang lebih mendalam tentang sejarah genetik dan evolusi di Sulawesi sangat penting untuk membantu mempertahankan keanekaragaman hayati di pulau ini. Karena studi molekuler dan biogeografi dapat memberikan wawasan baru tentang sejarah evolusi di Sulawesi, dengan beberapa taksa menunjukkan skenario dispersal dan vikariansi yang berbeda.

Implikasi dari sejarah alam Sulawesi terhadap konservasi sangat penting. Keanekaragaman hayati yang tinggi dan endemisme yang khas membuat Sulawesi menjadi tempat yang penting bagi pelestarian flora dan fauna yang memiliki karakteristik morfologi, molekular yang unik dan dibentuk oleh sejarah panjang evolusinya melalui waktu dan perubahan geologis. Perubahan iklim dan aktivitas manusia dapat mengancam keberlangsungan spesies endemik di pulau ini, sehingga perlunya upaya konservasi yang lebih serius dan terarah untuk menjaga kelestarian lingkungan hidup Sulawesi. Dengan pemahaman yang lebih mendalam tentang sejarah alam dan keanekaragaman hayati Sulawesi, diharapkan dapat memberikan landasan yang kuat untuk strategi konservasi yang efektif dan berkelanjutan di masa depan.



Taman Nasional Taka Bonerate
(Sumber: Kementerian Kehutanan)



Taman Nasional Lore Lindu
(Sumber: Mapala Silvagama)

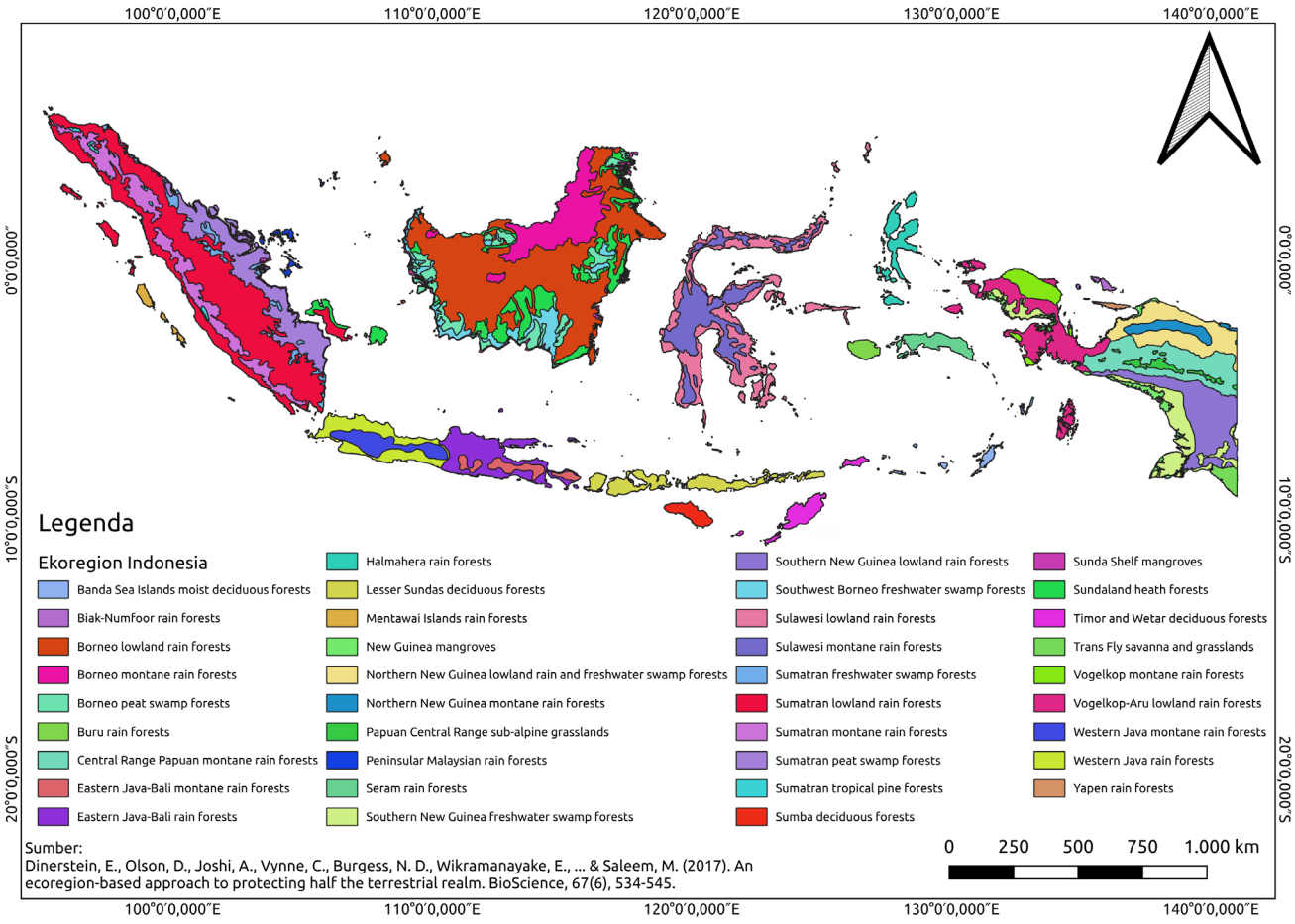


3

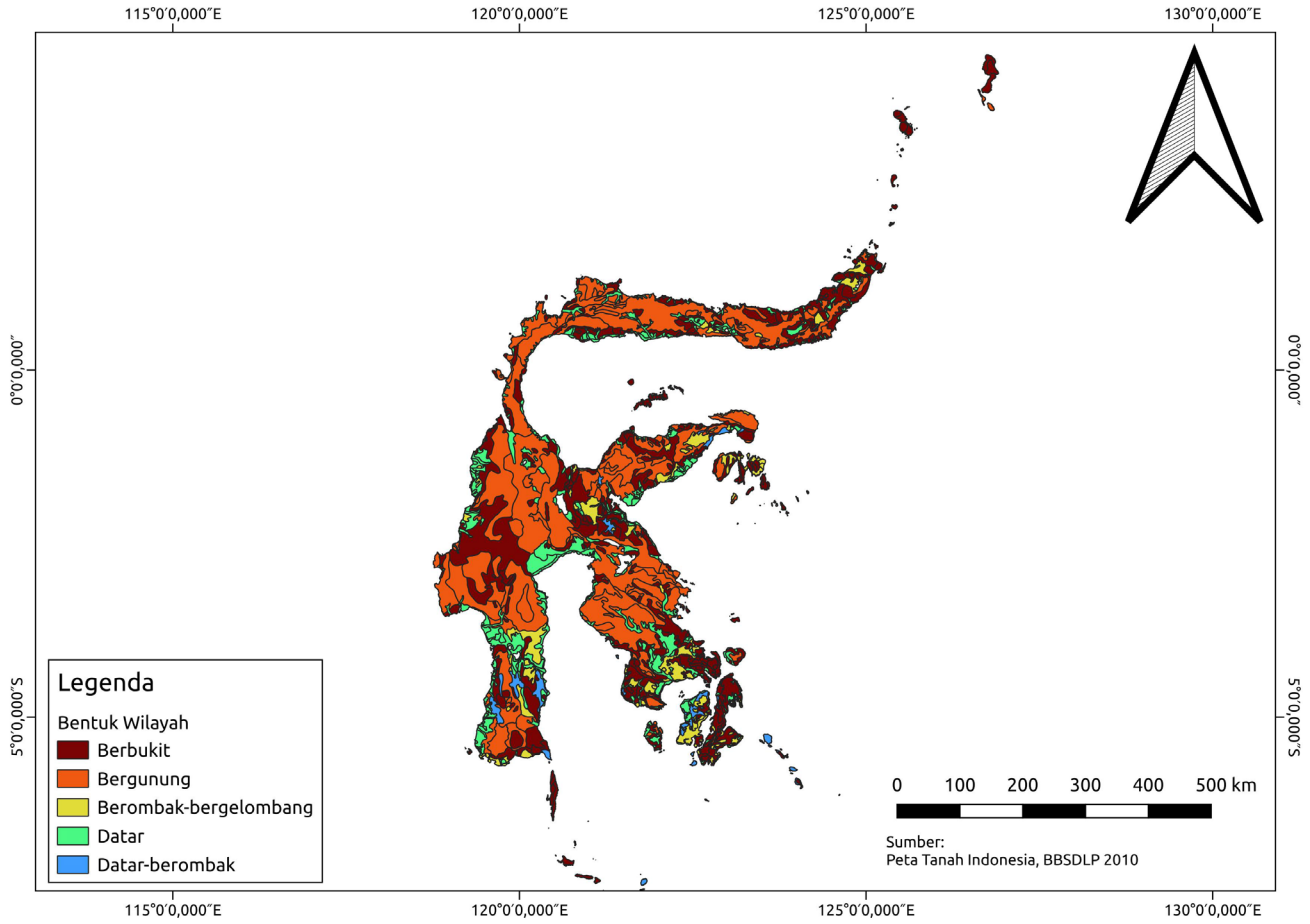
KEANEKARAGAMAN EKOSISTEM ALAMI

Pendahuluan

Sulawesi berada di bagian tengah wilayah Indonesia yang dikelilingi oleh Laut Banda, Laut Maluku, Laut Flores, Laut Jawa, dan Selat Makassar, serta diapit oleh pulau besar (Kalimantan) dan kepulauan (Maluku). Wilayah Sulawesi sebagian besar memiliki topografi bergunung-berbukit, serta sebagian wilayahnya datar hingga bergelombang. Pulau-pulau dikawasan Sulawesi didominasi oleh hutan hujan tropis, dan hutan luruh. Bioregion Sulawesi ini terdiri atas enam ekoregion yaitu: Hutan Hujan Pegunungan Sulawesi, Hutan Hujan Pamah Sulawesi, Hutan Hujan Buru, Hutan Hujan Halmahera, Hutan Hujan Seram, Hutan Gugur Lembab Kepulauan Laut Banda dengan luas total sekitar 25,5 juta ha. Kawasan daerah daratan rendah ekoregion Sulawesi sebagian berada di Kepulauan Banggai, Talaud, Sulawesi bagian timur, dan Sangihe di bagian utara. Namun demikian, topografi bergunung juga dijumpai di Pulau Sangihe (Staterfield *et al*. 1998).



Gambar 3.1
Peta Ekoregion Indonesia



Gambar 3.2
Bentuk wilayah daratan Sulawesi

Untuk memahami berbagai tipe ekosistem di Sulawesi dan dikaitkan dengan pembagian ekoregionnya maka dibuat skema seperti pada Tabel 3.1 . Ekoregion Sulawesi terdiri atas hutan hujan pamah dan hutan hujan pegunungan (Gambar 3.1 dan Gambar 3.2), sedangkan tipe ekosistemnya terdiri atas ekosistem marine, ekosistem daratan rendah (pamah), ekosistem pegunungan, ekosistem semi terestrial, dan ekosistem limnik. Tipe ekosistem daratan rendah terdiri atas rawa, karst, savana, padang rumput, ultrabasik, dan gambut yang sebagian tipe ekosistem tersebut dijumpai di daerah pegunungan. Ekosistem pegunungan terdiri atas pegunungan bawah, atas dan sub alpin. Sedangkan tipe ekosistem marin terdiri atas padang lamun, terumbu karang, estuarin, dan muara. Yang membedakan tipe ekosistem di Ekoregion Sumatra dan Sulawesi adalah tidak adanya tipe ekosistem Ultrabasik di Sumatra. Hal ini disebabkan perbedaan jenis tanah dan juga kandungan unsur hara, serta sejarah proses pembentukannya yang berbeda antara Sulawesi dan Sumatra.

Tabel 3.1 Tipe Ekosistem Alami di Ekoregion Sulawesi

No.	Ekoregion	Ekosistem	Ekosistem Alami
1	Hutan Hujan Daratan Rendah/ Pamah	Ekosistem Daratan Rendah/ Pamah	Rawa ★
			Karst ★
			Savana, Padang Rumput ★
			Ultrabasik ★
			Gambut ★
		Ekosistem Semi-Terestrial	Mangrove ★
			Riparian ★
		Ekosistem Limnik (Air Tawar)	Danau ★
			Sungai ★
2	Hutan Hujan Pegunungan	Ekosistem Pegunungan	Ekosistem Pegunungan Bawah
			Ekosistem Pegunungan Atas
			Sub-Alpin
3	Marin	Ekosistem Marin	Padang Lamun
			Terumbu Karang
			Estuarin
			Muara

Tanda ★: Menunjukkan bahwa ekosistem tersebut juga dijumpai di Ekosistem Pegunungan

Secara garis besar ekosistem yang terdata di Sulawesi terdiri atas ekosistem marin, semi terestrial dan terestrial, yang tersebar dari pamah sampai ekosistem pegunungan atas, seperti di kawasan Gunung Latimojong yang berada pada ketinggian 3.478 m dpl.

Flora di Sulawesi berdekatan dengan flora daerah kering di Filipina, Maluku, Kepulauan Sunda kecil, dan Pulau Jawa. Untuk flora pegunungan tinggi, Sulawesi memiliki kemiripan dengan Borneo, sedangkan hutan pamah lebih mirip dengan Papua Nugini. Hutan pamah didominasi oleh hutan hujan tropis dan dijumpai spesies cemara. Di beberapa tempat dijumpai juga hutan monsun di semenanjung tenggara (Whitten *et al.* 1987; Stattersfield *et al*. 1998).

Tercatat hanya ada tujuh spesies dipterokarpa yang ditemukan di Sulawesi. Selain spesies dari suku dipterokarpa, juga dijumpai spesies tumbuhan yang unik dan endemik serta langka di hutan kawasan ekosistem pamah Sulawesi Tengah, tepatnya di Cagar Alam Pangi Binangga. Spesies unik tersebut antara lain *Diospyros celebica*, ***Pigafetta elata***, *Licuala flabellum*, *Osmoxylon celebicum*, *Alocasia suhirmaniana*, *A. balgooyi* (Yuzammi & Hidayat 2002), dan juga tercatat sekitar 51 spesies palem endemik Sulawesi, dua di antaranya merupakan spesies endemik Sulawesi Tengah yakni *Hydriastele sarasinorum* dan *Pinanga spp*. (Mogea 2002, Saleh & Hartana 2018).

3.1 EKOSISTEM MARIN

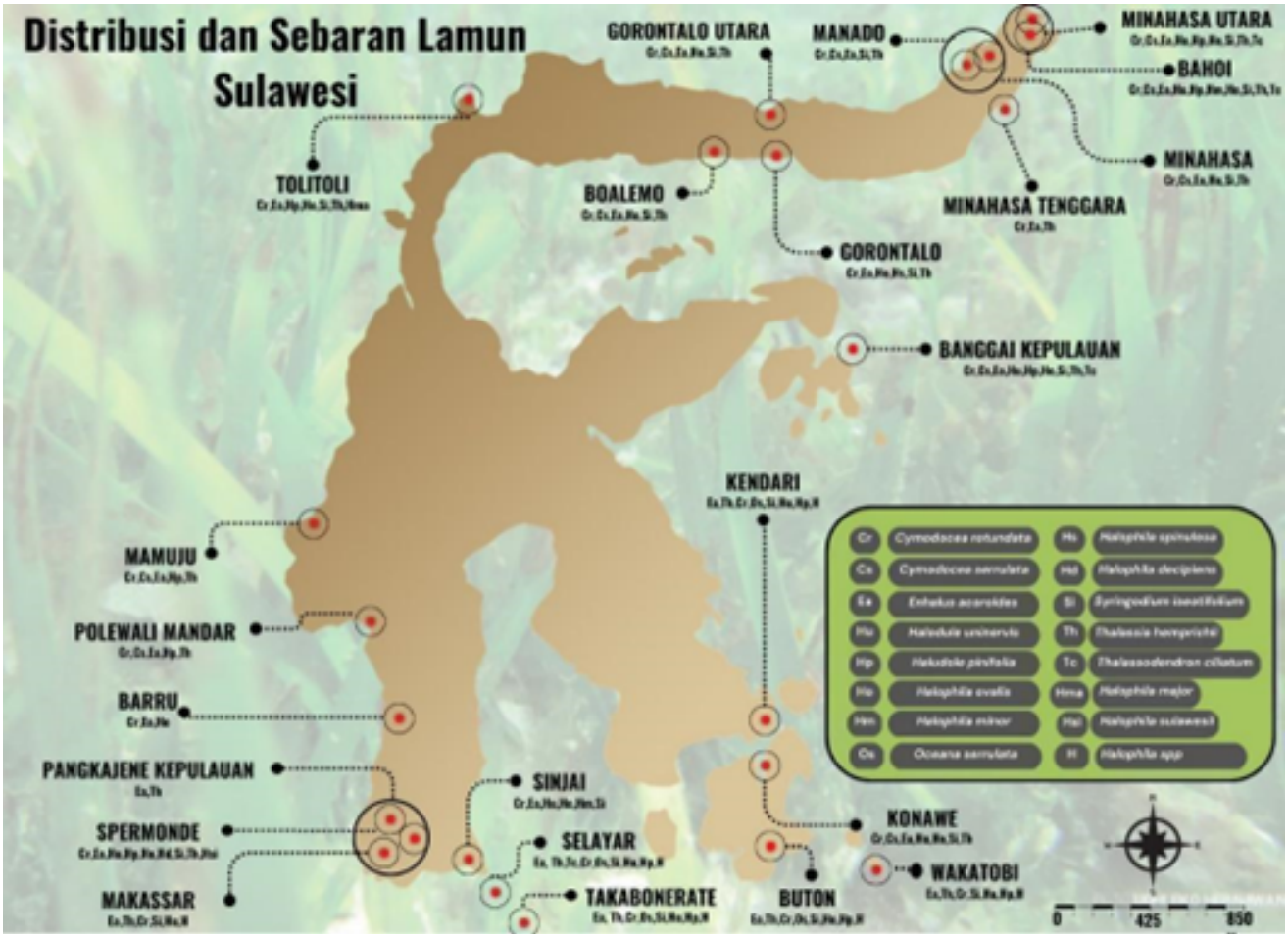
Secara vertical, ekosistem marin terdiri atas lima zona, yaitu litoral (zona pasang surut/intertidal), sublitoral (zona dengan kedalaman 0-200 m/neritik), Bathyal (zona dengan kedalaman 200-2.000 m), Abyssal (zona dengan kedalaman 2.000-6.000 m) dan Hadal (zona dengan kedalaman lebih dari 6.000 m) (Rahajoe *et al*. 2021; Inpress.). Zona sublitoral/neritik merupakan zona yang sangat subur karena ada penetrasi cahaya yang dapat dimanfaatkan oleh biota yang hidup di lingkungan tersebut. Oleh karena itu, zona ini sangat penting untuk keanekaragaman hayati dan sumber daya perikanan. Di wilayah pesisir atau zona sublitoral/neritik, terdapat dua ekosistem alamiah yang produktif, unik serta memiliki nilai ekologi dan ekonomi yang sangat tinggi, yaitu ekosistem padang lamun dan terumbu karang.

3.1.1 Ekosistem Padang Lamun

Padang lamun merupakan tipe ekosistem yang ditemui di perairan dangkal, biasanya terbentuk oleh satu spesies atau lebih. Ekosistem lamun tidak hanya tersebar di pesisir Pulau Sulawesi, tetapi juga di pulau-pulau kecil sekitarnya, seperti Kepulauan Selayar, Kepulauan Banggai, dan Pulau Buton (Gambar 3.3). Terdata sekitar 23 lokasi padang lamun, dengan jumlah spesies adalah 16 dengan jumlah dan komposisi yang bervariasi di setiap lokasi. Status ekosistem lamun di sekitar Sulawesi tergolong dalam kategori baik dan sedang (Tabel 3.2). Penilaian kategori ekosistem lamun didasarkan pada Indeks Kesehatan Ekosistem Lamun (IKEL) yang telah dikembangkan sejak tahun 2018 (Hernawan dkk., 2021).

Persebaran ekosistem lamun di wilayah Sulawesi terdata 23 titik lokasi yang telah diidentifikasi, meliputi wilayah pesisir Minahasa Utara, Bahoi, Minahasa, Minahasa Tenggara, Manado, Gorontalo, Gorontalo Utara, Boalemo, Tolitoli, Mamuju, Polewali Mandar, Barru, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Spermonde, Makassar, Takabonerate, Selayar, Sinjai, Buton, Wakatobi, Konawe, Kendari, dan Kepulauan Banggai. Ekosistem padang lamun yang mempunyai jumlah spesies terbanyak ditemukan di wilayah Sulawesi Utara tepatnya di Minahasa Utara dan Bahoi; wilayah Sulawesi Tengah adalah Toli Toli dan Pulau Banggai; di Sulawesi Tenggara terdata di Kendari, dan Buton; di Sulawesi Selatan yang terbanyak spesies lamunnya adalah Spermonde, Selayar, dan Takabonerate (Gambar 3.4).

Terdapat enam lokasi ekosistem lamun di Sulawesi yang secara rutin dilakukan pemantauan, yaitu Makassar, Selayar, Takabonerate, Buton, Wakatobi, dan Kendari. Pemantauan tersebut dilakukan secara berkala meskipun tidak rutin setiap tahun, sehingga pada tahun tertentu tidak ada data yang tersedia. Berdasarkan hasil pemantauan, sebagian besar kesehatan ekosistem lamun di lokasi tersebut adalah baik atau stabil.



Gambar 3.3
Distribusi dan spesies Lamun yang dijumpai di Wilayah Pesisir Sulawesi dan pulau-pulau kecil sekitarnya.



Gambar 3.4
Ekosistem lamun di pesisir Minahasa Utara, Sulawesi Utara (Foto: Ucu Y. Arbi, 2018)

Tabel 3.2 Ekoregion dan Tipe Ekosistem Alami di Indonesia

Lokasi Pemantauan	Kondisi Ekosistem Lamun		
	2018	2019	2021
Makassar	NA	NA	Baik
Selayar	Baik	Baik	Baik
Takabonerate	Baik	NA	NA
Buton	Sedang	NA	Sedang
Wakatobi	Baik	Baik	Sedang
Kendari	NA	Baik	NA

Keterangan: NA (*Not Available*/Tidak ada data)
Sumber: Rahmawati *et al.* (2022)

Dari enam lokasi pemantauan padang lamun, P. Buton mengalami penurunan kondisi kesehatan dengan selisih IKEL yang paling besar, yaitu dari 0,81 menjadi 0,66 pada tahun 2018 ke 2021. Penurunan kondisi ekosistem kesehatan ini perlu mendapatkan perhatian untuk mempertahankan fungsi ekosistem dan jasa yang disediakan oleh ekosistem padang lamun. Sementara itu, ekosistem padang lamun yang masih terjaga dan kondisinya baik, yaitu Makassar dan Wakatobi (Rahmawati dkk., 2022).

3.1.2 Ekosistem Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem yang berada di wilayah pesisir yang memiliki peranan sangat penting sebagai habitat dari berbagai spesies biota laut serta berfungsi dalam menahan laju abrasi pantai sehingga garis pantai akan relatif stabil (Giyanto dkk., 2021). Terdapat delapan lokasi pemantauan ekosistem terumbu karang di sekitar Sulawesi, yaitu Makassar, Selayar, Kepulauan Pangkajene, Kepulauan Takabonerate, Taman Wisata Perairan (TWP) Kepulauan Kapoposang, Buton, Kendari dan Kepulauan Wakatobi. Kondisi tutupan karang hidup di setiap lokasi sangat beragam yang dipengaruhi oleh kondisi alam, dan tekanan antropogenik terutama aktivitas manusia di wilayah pesisir. Secara umum keanekaragaman spesies karang keras di lokasi sekitar Sulawesi cukup tinggi, hal ini berkaitan dengan posisinya termasuk wilayah segitiga karang dunia yang merupakan pusat keanekaragaman karang tertinggi. Daerah segitiga karang dunia merupakan daerah overlapping antara pusat keanekaragaman hayati dari Samudra Pasifik dan Hindia (Utama dkk., 2019). Kondisi ekosistem terumbu karang di delapan lokasi tersebut adalah sebagai berikut:

Makassar

Habitat karang di perairan Makassar hampir mencapai 1.556,97 ha (Kusnadi dkk., 2021). Pada umumnya tipe terumbu karangnya adalah terumbu karang tepi dan karang gosong. Kelompok karang yang hidup di perairan Makassar antara lain kelompok masif Porites, kelompok Dipsastraea, karang submasif Pocillopora, karang jamur suku Fungiidae, karang bercabang Acropora dan karang lembaran Montipora (Kusnadi dkk., 2021). Tutupan karang hidup pada tahun 2021 menunjukkan nilai rata-rata sebesar 27,33% (Giyanto dkk., 2021). Jika dibandingkan dengan nilai rata-rata persentase tutupan karang hidup pada tahun 2018 yakni sebesar 26,74%, maka terjadi kenaikan sebesar 0,59%. Hal ini mengindikasikan bahwa tutupan karang hidup di perairan Makassar relatif tetap atau stabil (Giyanto dkk., 2021). Nilai indeks kesehatan terumbu karang di perairan Makassar tahun 2021 memiliki nilai rata-rata indeks 5 (Giyanto dkk., 2022).

Selayar

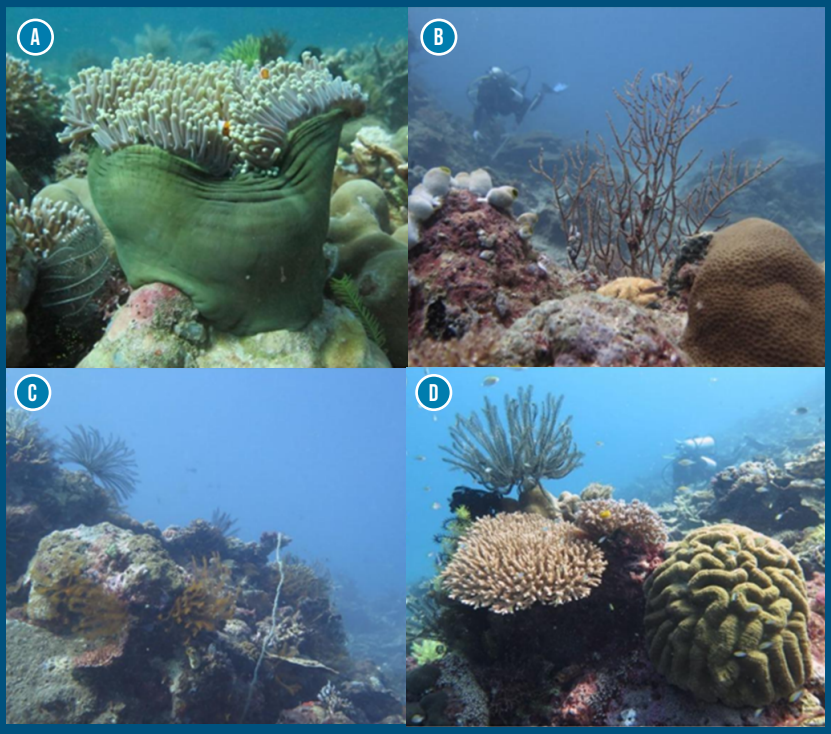
Kondisi ekosistem terumbu karang di Kabupaten Kepulauan Selayar pada tahun 2019 tergolong buruk hingga sedang dengan kisaran tutupan karang 6,53-45,33%. Sejak tahun 2015 hingga 2019, kondisi terumbu karang di wilayah ini tidak mengalami perubahan yang signifikan dimana kisaran tutupan karang hidupnya masih dalam kondisi sedang dengan nilai persentase 24,64-28,64% (Suharto dkk., 2019).

Kepulauan Pangkajene

Lokasi pemantauan fokus pada wilayah Kecamatan Liukang Tupabbiring, Kepulauan Pangkajene (Gambar 3.5). Kondisi terumbu karang di lokasi ini pada tahun 2017 bervariasi dari kategori jelek/buruk hingga bagus. Terjadi peristiwa pemutihan karang atau *coral bleaching* pada bulan Maret-April 2016, tetapi terumbu karang di sekitar Liukang Tupabbiring tidak terpengaruh secara signifikan. Kejadian pemutihan karang ini hanya ditemukan di Pulau Badi, Kepulauan Pangkajene pada kedalaman 7-15 meter, tetapi tidak menyebabkan kematian karang dalam jumlah besar (Yusuf dkk., 2017).

Kepulauan Taka Bonerate

Terumbu karang di Kepulauan Taka Bonerate didominasi oleh terumbu gosong. Luas habitat karang di lokasi ini mencapai 30.567,42 ha. Secara keseluruhan tutupan karang hidup di Taman Nasional Taka Bonerate termasuk dalam kategori sedang dengan nilai tutupan sebesar 24,62 ± 2,17% (Giyanto dkk., 2017). Spesies karang keras yang paling banyak ditemukan diantaranya adalah dari suku Faviidae, Pocilloporidae, *Porites* spp, *Montipora* spp, dan *Acropora* spp. Di lokasi ini ditemukan 397 spesies karang dari 70 marga (genus) dan 18 suku (suku). Perairan Taman Nasional Taka Bonerate masuk ke dalam wilayah segitiga karang dunia yang merupakan pusat keanekaragaman karang tertinggi. Nilai indeks kesehatan terumbu karang di Takabonerate pada tahun 2019 adalah 5 (Suyarso dkk., 2019). Praktek pengambilan ikan dengan menggunakan bom masih banyak terjadi di wilayah ini yang menjadi salah satu ancaman terhadap kondisi ekosistem terumbu karang.



Gambar 3.5 Beberapa contoh terumbu karang di wilayah Spermonde, Selayar, Kepulauan Pangkajene, dan Taka Bonerate.

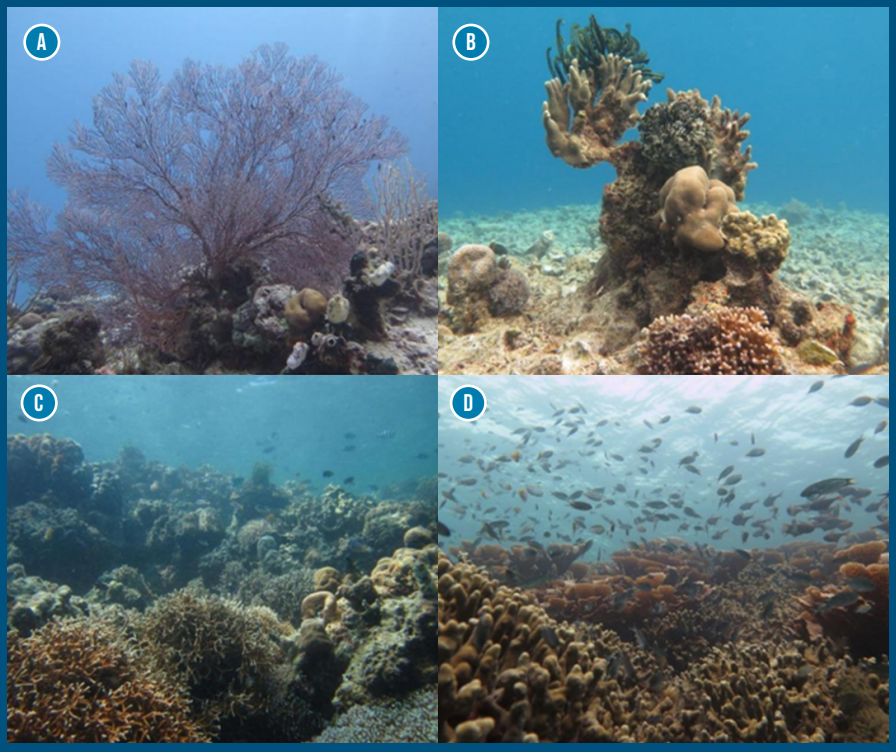
Keterangan:

A. Terumbu karang di Kepulauan Spermonde yang didominasi oleh tipe massif dan karang mati yang mulai ditumbuhi rekrut karang baru dan anemon
B. Terumbu karang di Pulau Selayar yang didominasi oleh tipe massif dari kelompok *Porites* spp. dan terkadang disertai dengan berbagai jenis gogonian
C. Terumbu karang di Pangkajene Kepulauan yang didominasi oleh tipe massif dari kelompok *Porites* spp., *Favia* spp. dan gorgonian yang tumbuh di antara karang-karang mati
D. Terumbu karang di Kepulauan Takabonerate yang didominasi oleh tipe massif kelompok *Goniastrea* dan karang bercabang jenis *Acropora*

Taman Wisata Perairan (TWP) Kepulauan Kapoposang

Potensi terumbu karang di dalam kawasan TWP Kepulauan Kapoposang mencapai 2.460 ha, dengan jumlah spesies karang mencapai 224 spesies. Secara umum, rata-rata tutupan karang hidup mencapai 53,06% atau masuk dalam kategori tinggi (Giyanto dkk., 2021). Nilai indeks kesehatan terumbu karangnya secara keseluruhan adalah 6, dengan nilai tutupan karang hidup masuk dalam kategori tinggi yaitu 53,06%, tingkat pemulihan yang juga tinggi serta biomassa ikan target nilainya rendah tercatat 420,53 kg/ha. Kondisi tersebut menggambarkan terumbu karangnya dalam kondisi baik, dan mampu pulih kembali secara alami apabila mendapatkan tekanan dari lingkungan (Giyanto dkk., 2022). Kondisi terumbu karang di bagian utara TWP Kepulauan Kapoposang cenderung lebih baik daripada sebelah selatan yang merupakan gosong karang (Giyanto dkk., 2021; 2022).

Terumbu karang di Kepulauan Buton bertipe karang tepi dengan panjang rataan terumbu yang bervariasi, antara 200 hingga 700 m dari bibir pantai. Secara umum, terumbu-terumbu karang yang berada di sebelah timur lebih terbuka daripada sebelah barat atau selatan, dan karang masih dapat dijumpai hingga kedalaman 20 m (Giyanto dkk., 2021; Gambar 3.6). Rata-rata persentase tutupan karang hidup di tahun 2021 sebesar 32,38% yang termasuk dalam kategori sedang. Nilai ini mengalami penurunan sekitar 3,38% dari monitoring sebelumnya di tahun 2018, kondisi tersebut diduga akibat adanya praktik penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan seperti penggunaan bom dengan intensitas yang tinggi (Giyanto dkk., 2021). Berdasarkan tutupan karang yang termasuk kategori sedang, maka potensi pemulihan di lokasi ini cukup tinggi, meskipun tutupan karang akan menurun drastis jika aktivitas pengeboman tidak segera dihentikan. Pengeboman karang akan menghasilkan rubble yang akan membatasi rekruitmen karang. Nilai rata-rata indeks kesehatan terumbu karang di lokasi ini adalah 5 (Giyanto dkk., 2022).



Keterangan:

A. Terumbu karang di Kappoposang yang didomnasi oleh karang mati yang ditumbuhi oleh berbagai macam gorgonian berukuran besar yang tumbuh bersama rekrutan karang baru tipe masif dari jenis *Flavia* sp.
B. Terumbu karang di Buton yang didomnasi oleh rekrutan-rekrutan karang baru dari tipe masif (*Favia* dan *Favites*) serta karang bercabang (*Acropora* dan *Montipara*)
C. Terumbu karang di Teluk Kendari yang didominasi oleh *Porites* spp., suku *Favidae* dan *Acropora*
D. Terumbu karang di Wakatobi yang didominasi oleh tipe bercabang dan Follose yang tumbuh subur bersama dengan karang masif yang menjadi habitat ideal bagi ikan-ikan berukuran kecil.

Gambar 3.6 Beberapa contoh kawasan terumbu karang di Kappoposang, Buton, Teluk Kendari dan Wakatobi.

Kendari

Sebaran terumbu karang di kawasan perairan Kota Kendari berada di luar Teluk Kendari, yang terdistribusi di sepanjang pesisir sisi timur, utara, dan selatan daratan utama Sulawesi Tenggara. Terumbu karang terdistribusi di sepanjang pesisir daratan utama dan pulau kecil-kecil dengan tipe terumbu karang tepi dan karang gosong. Luas terumbu karang di perairan Kendari adalah sekitar 37,88 km^2. Spesies yang melimpah berasal dari suku Pectiniidae, Agaricidae, Euphyllidae dan Mussidae (Pramudji, 2015). Tutupan karang di Kendari termasuk dalam kriteria tinggi dengan tutupan rata-rata sebesar 42,41%. persentase tutupan karang sejak tahun 2015 hingga 2021 mengalami fluktuasi, tetapi tidak mengalami perubahan yang signifikan (Giyanto dkk., 2021). Keanekaragaman karang di perairan Teluk Kendari cukup tinggi, bahkan di beberapa stasiun pemantauan memiliki kepadatan karang hias yang melimpah. Akan tetapi faktor antropogenik masih terjadi, seperti penggunaan bom untuk menangkap ikan, sedimentasi dan eutrofikasi (Giyanto dkk., 2021). Nilai rata-rata indeks kesehatan terumbu karang di Kendari adalah 6. Secara keseluruhan dapat digambarkan bahwa di lokasi ini kondisi tutupan karangnya termasuk kategori baik, dengan tingkat pemulihan juga tinggi (terdata tutupan makroalga <3%, dan tutupan pecahan karang mati <60%), biomassa ikan targetnya rendah < 970 kg/ha (Giyanto dkk., 2022). Sebaran spesies karang di perairan Kota Kendari dan perairan di sekitarnya termasuk dalam pusat segitiga karang dunia.

Wakatobi

Secara umum nilai tutupan terumbu karang di perairan Wakatobi selama lima tahun pemantauan (2015-2019) menunjukkan adanya proses pemulihan yang cukup baik, dengan rerata nilai tutupan karang hidup di tahun 2019 mencapai 29,48% (Utama dkk., 2019). Keanekaragaman spesies karang keras di Wakatobi sangat tinggi, yaitu sebanyak 297 spesies (Utama dkk., 2019). Spesies karang yang umum ditemukan diantaranya kelompok dari Poritidae, Faviidae dan Mussidae. Nilai indeks kesehatan terumbu karang pada tahun 2015 adalah 5, 6 pada tahun 2016-2018, sedangkan tahun 2019 memiliki nilai 9 (Utama dkk., 2019). Nilai indeks ini menunjukkan adanya perbaikan pada tutupan karang dan peningkatan biomassa ikan dalam empat tahun terakhir. Hal ini menandakan fungsi ekologis terumbu karang sebagai habitat yang mampu memberikan perlindungan bagi ikan untuk dapat bertelur, dan berlindung dari predator (Utama dkk., 2019).

3.2 EKOSISTEM LIMNIK

Ekosistem limnik (Perairan darat) merupakan suatu kesatuan yang terdiri atas berbagai organisme yang mencakup komponen biotik dan abiotik yang berfungsi secara bersama sama di wilayah perairan tawar. Istilah limnik berasal dari kata "limno" yang merujuk pada perairan tawar yang tenang. Ciri -cirinya antara lain berada di air tawar, pembagiannya terbagi menjadi beberapa zona litoral (tepi), permukaan dan zona yang dalam. Dinamika musiman ekosistem ini dipengaruhi oleh jumlah cahaya, oksigen dan nutrien yang masuk. Pentingnya ekosistem limnik adalah sebagai habitat flora dan fauna, serta sumber air bersih bagi mahluk hidup.

Keanekaragaman hayati di ekosistem limnik memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem tersebut, penting dalam proses siklus nutrisi dan rantai makanan.

Ekosistem limnik terdiri atas sungai dan danau. Secara umum, perairan darat (*inlands waters*) meliputi semua perairan yang ada di wilayah daratan dimulai dari garis pasang laut tertinggi ke arah daratan mencakup: sungai, danau, waduk, rawa, dan muara sungai (Nontji *et al*., 1986). Total luasan perairan darat di Indonesia tercatat 67.850.000 ha (Kartamiharja, 2006).

3.2.1 Ekosistem Sungai

Perairan umum daratan Indonesia mempunyai luas 13,85 juta ha yang terdiri atas 12,0 juta ha sungai dan daerah paparan banjir (*flood plains*) 1,8 juta ha danau alam (*natural lakes*) dan 0,05 juta ha danau buatan (*man made lakes*) atau waduk (*reservoirs*).

Sungai merupakan massa air mengalir dalam jumlah banyak yang mengalir dari daerah tempat yang tinggi ke tempat rendah, dari hulu menuju ke arah hilir dan akhirnya bermuara ke laut, danau, waduk atau menghilang di dalam gua. Ekosistem ini berfungsi untuk memenuhi kehidupan biota yang hidup di dalamnya (Downes *et al*., 2002). Sungai dibagi berdasarkan kecepatan alirannya yaitu sungai arus deras, sedang, dan lemah, berdasarkan ukurannya dikenal dengan sungai besar, anakan, dan selokan. Berdasarkan keadaan fisiknya dikenal sungai berbatu batu, berpasir, berlumpur, atau kombinasi keduanya. Luasan ekosistem sungai dan paparan banjir di Indonesia masih mengacu pada Kartamiharja (2006), dengan luas total 13,85 juta ha. Khusus untuk Sulawesi hanya mempunyai sekitar 3,5% dari total seluruh perairan tawar Indonesia, dan yang terluas berada di Kalimantan

Ekosistem sungai merupakan koridor sepanjang aliran sungai sampai ratusan kilometer, di beberapa lokasi juga terdapat beberapa sungai yang lebar. Keberadaan posisi sungai menyebabkan perbedaan karakteristiknya yang tergantung wilayah di sekitarnya. Daerah hulu yang berdekatan dengan kawasan hutan kualitas airnya lebih bagus dibandingkan dengan bagian tengah, dan hilir sungai yang sudah tercemar. Pencemaran di sungai berasal dari limbah rumah tangga, pembukaan kawasan hutan, limbah penambangan emas, nikel, tembaga dan kapur, limbah pertanian, dan pabrik.

Jumlah sungai di Sulawesi berbeda untuk masing-masing provinsi. Untuk Sulawesi Selatan terdapat 19 sungai, di bagian Utara dan Tenggara masing masing terdata ada empat sungai, sedangkan bagian tengah tercatat ada 66 sungai. Sungai terpanjang di Sulawesi adalah sungai Lariang, yang terletak di Propinsi Sulawesi Barat dan Tengah. Pada umumnya sungai-sungai di Sulawesi memiliki karakteristik morfologi yang berbelok-belok (*meandering*) terutama bagian hilir. Sudut bagian dalam belokan bervariasi mulai dari belokan (bagian dalam) ringan sampai belokan berat bersudut sekitar 35° seperti di Sulawesi Tengah.

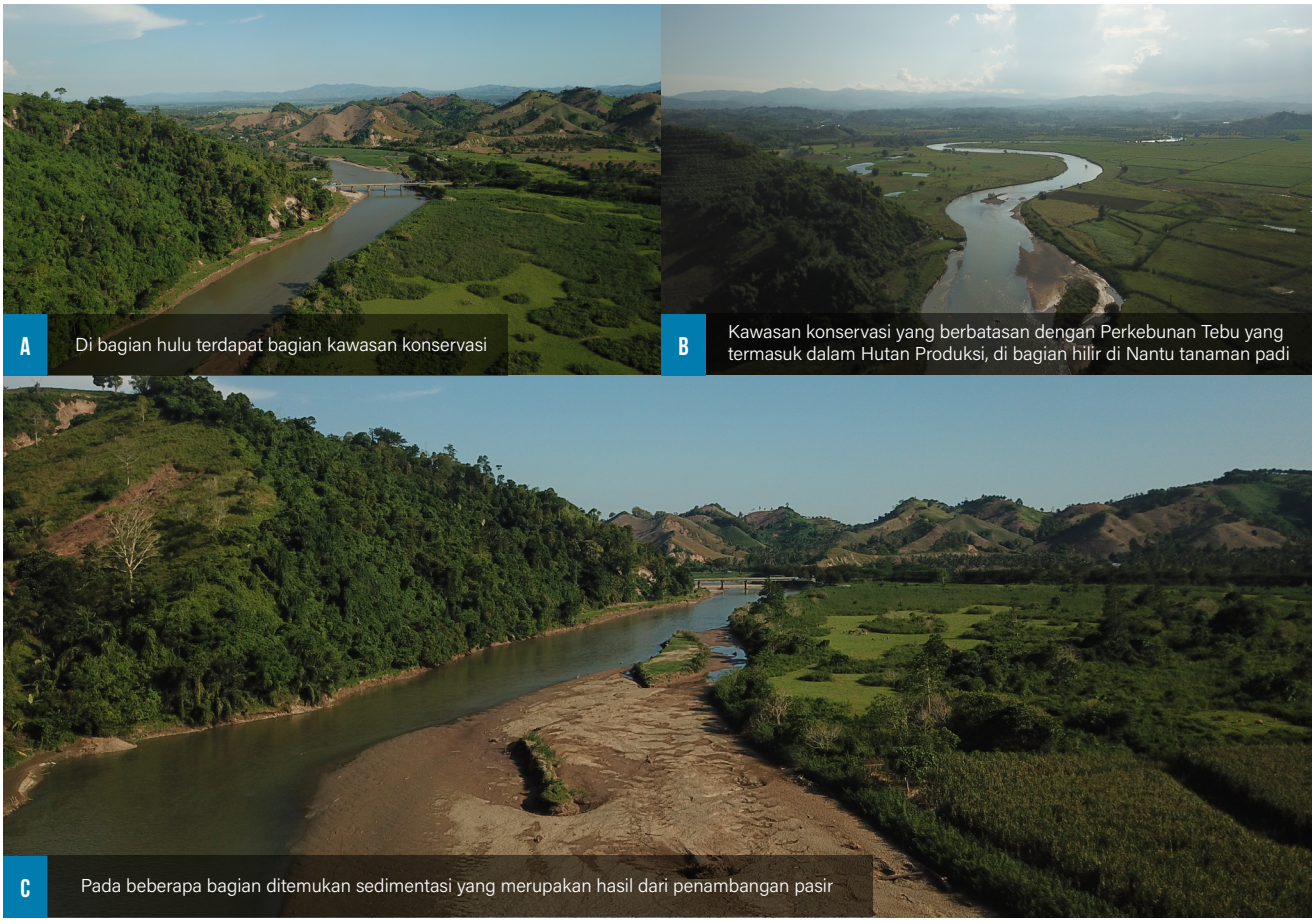
Ekosistem sungai yang masuk dalam perairan air tawar, merupakan salah satu ekosistem yang komplek dan menyediakan layanan jasa ekosistem yang beragam, mulai dari habitat bagi biota, sebagai sumber plasma nutfah dan genetik, penyedia sumber daya air, pangan, protein,

obyek wisata alam (ekoturisme), dan juga sumber ekonomi masyarakat, serta merupakan salah satu sumber devisa negara. Selain itu sungai juga dimanfaatkan sebagai jalur transportasi air, dan pengendali banjir (Gozland *et al.*, 2019). Karena pentingnya peran ekosistem ini, maka menjaga kelestariannya menjadi suatu keharusan supaya tidak berdampak pada penurunan jumlah luasan dan kualitasnya. Apabila ekosistem sungai dikelolah secara berkelanjutan maka akan meningkatkan produksi perikanan minimal 20% (Kartamihardja, dkk. 2009). Sebagai contoh, prakiraan potensi produksi perikanan tangkap perairan umum khususnya dari ekosistem sungai di Sulawesi, nilainya meningkat dari tahun 2017 - 2021 (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Prakiraan potensi produksi perikanan tangkap di Sulawesi.

Provinsi	Sungai				
	2021	2020	2019	2018	2017
Sulawesi Utara	1.160	584	425	1.266	-
Sulawesi Tengah	524	534	1	470	182
Sulawesi Selatan	5.501	4.126	1.924	2.348	1.544
Sulawesi Tenggara	1.062	1.099	908	1.412	2.133
Gorontalo	-	-	-	-	-
Sulawesi Barat	-	-	-	-	-
JUMLAH	8.247	6.343	3.258	5.496	3.859

Sumber BPS (2022)



Gambar 3.7
Sungai Paguyaman (Trisno Utomo, 2022).

Ekosistem sungai mempunyai peranan yang penting bagi kehidupan disekitarnya, sebagai contoh Sungai Paguyaman bagian hulunya merupakan perbukitan dengan kontur yang curam, bagian tengah merupakan daratan rendah yang merupakan daerah tangkapan air (Gambar 3.7). Disebutkan pula bahwa Suaka Margasatwa Nantu merupakan daerah tangkapan air yang merupakan bagian hulu sungai Paguyaman. Wilayah Sungai sekitar KHDTK, banyak ditemukan perkebunan tebu, sedangkan bagian yang berbatasan dengan perkampungan merupakan kawasan persawahan. Sungai Paguyaman memiliki panjang sungai sekitar 136,25 km berhulu di Gunung Dapi yang mempunyai ketinggian 1.660 m dpl.

Catatan kegiatan penelitian yang dilakukan sepanjang sungai di Sulawesi, tidak hanya pada kualitas sungai dan vegetasi yang terdapat di sepanjang sungainya saja, tetapi juga tentang makrobentosnya. Karuh, *et al* (2019), mendiskripsikan makrobentos yang hidup di bagian dasar Sungai Lowatag, Sulawesi Utara, dengan total kelimpahan sebanyak 1.115 individu (35 taksa) dengan nilai keanekaragaman (H') adalah 2,94.

3.2.2 Ekosistem Danau

Ekosistem Danau di Sulawesi mempunyai peran yang penting, antara lain, adanya makrofita air yang memegang peran penting bagi tempat berlindungnya fauna, sumber pakan, dan sebagai produsen primer. Ekosistem danau juga menjadi pemijahan ikan Rainbow Sulawesi (Axelrod & Vonderwinkler, 1986; Nasution, 2000), berpotensi sebagai kawasan ekowisata, pembangkit Listrik tenaga surya, sumber air untuk kebutuhan domestik seperti mandi, mencuci, dan juga irigasi (Nasution, 2006).

Sulawesi memiliki banyak danau besar yang menjadi habitat bagi spesies ikan air tawar dan biota perairan darat lainnya. Jumlah spesies ikan di TN Bogani Nani Wartabone sebanyak 45 spesies, danau Towuti sebanyak 40 spesies dan D. Mahalona sebanyak 35 spesies. Berdasarkan studi beberapa danau tersebut, jumlah spesies endemik tertinggi berada di D. Towuti, diikuti oleh D. Mahalona dengan jumlah 16 dan 13 spesies.

Kawasan danau ini mengalami perubahan penggunaan lahan di daerah tangkapan airnya, seperti yang terjadi pada tahun 1997-2016 dimana sebagian wilayah menjadi kebun teh/sayur, ladang, perkebunan, permukiman, sawah, semak, dan tanah terbuka. Penggunaan lahan di daerah tangkapan air Matano pada tahun 2022 adalah sebesar 44.235,9 ha. Selama periode tersebut telah terjadi alih fungsi lahan di antaranya hutan berkurang 2025 ha atau 4,6% dari total luas DAS (Nasution, dkk. 2007). Perubahan kegiatan masyarakat menjadi kegiatan berbasis lahan, seperti pertanian dan perkebunan di sekitar danau menimbulkan dampak jangka panjang bagi keberlanjutan sumber daya alam di danau dan kawasan hutan penyangganya. Sebagai contoh pembukaan lahan untuk pertanian, dan perambahan kawasan hutan berkontribusi terhadap kerusakan lingkungan, yang mengakibatkan meningkatnya sedimentasi danau, dan juga masuknya residu pupuk, dan pestisida (Gambar 3.8).



Gambar 3.8
Alih fungsi hutan menjadi kebun lada berpengaruh nyata terhadap pencemaran ekosistem danau (Nasution dkk. 2017)

Danau Towuti

Danau Towuti merupakan salah satu danau purba yang termasuk dalam sistem D. Malili yang terletak di Kecamatan Towuti, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Danau ini memiliki tiga pulau yang berada di bagian tengah, yaitu Pulau Loeha, P. Bolong, dan P. Kembar (Gambar 3.9). Danau seluas 56.000 ha ini merupakan danau tektonik yang memiliki kedalaman maksimum 203 m dan transparansi sedalam 22 m. Terletak pada ketinggian 293 m dpl dan tergolong *oligotrofik (*miskin unsur hara*)* (Haffner *et al.,* 2001). Badan D. Towuti diindikasi telah mengalami pencemaran secara biologis yang ditandai oleh masuknya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), Mas (*Cyprinus carpio*), Mujair (*Oreochromis mosambicus*), Osang/Betok (*Anabas testudineus*), Gabus (*Channa striata*) dan Keong mas (Nasution, *et al.*, 2009). Perairan Danau Towuti saat ini juga dijumpai spesies ikan invasif seperti Louhan (*Flowerhorn* sp.) dan Sapu-sapu *(Pterygoplichthys pardalis*).



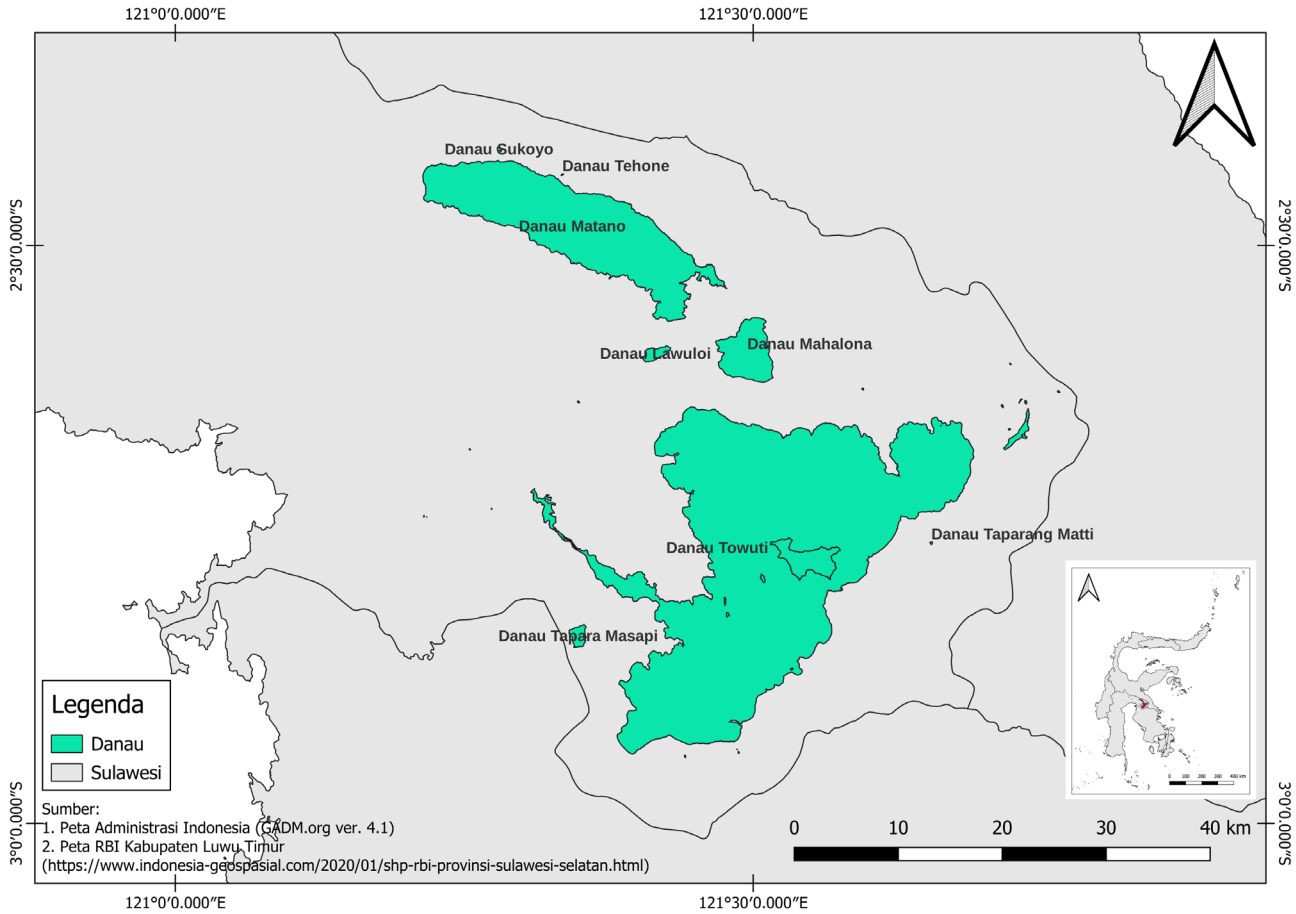
Gambar 3.9
Pulau yang berada di tengah Danau Towuti (Pulau Loeha, Pulau Bolong dan Pulau Kembar), dan Keindahan Danau Towuti di kala senja (Nasution 2006).

Danau Towuti termasuk perairan *oligotrofik*, sehingga keberadaan vegetasi riparian menjadi sangat penting, sebagai sumber hara, dan pakan ikan. Spesies tumbuhan diekosistemnya didominasi oleh Tambewa (*Kjellbergiodendron celebicum)* dari suku Myrtaceae, yang relatif baik dengan luas penutupan mencapai 40% (Nasution dkk. 2010; Lampiran 1).

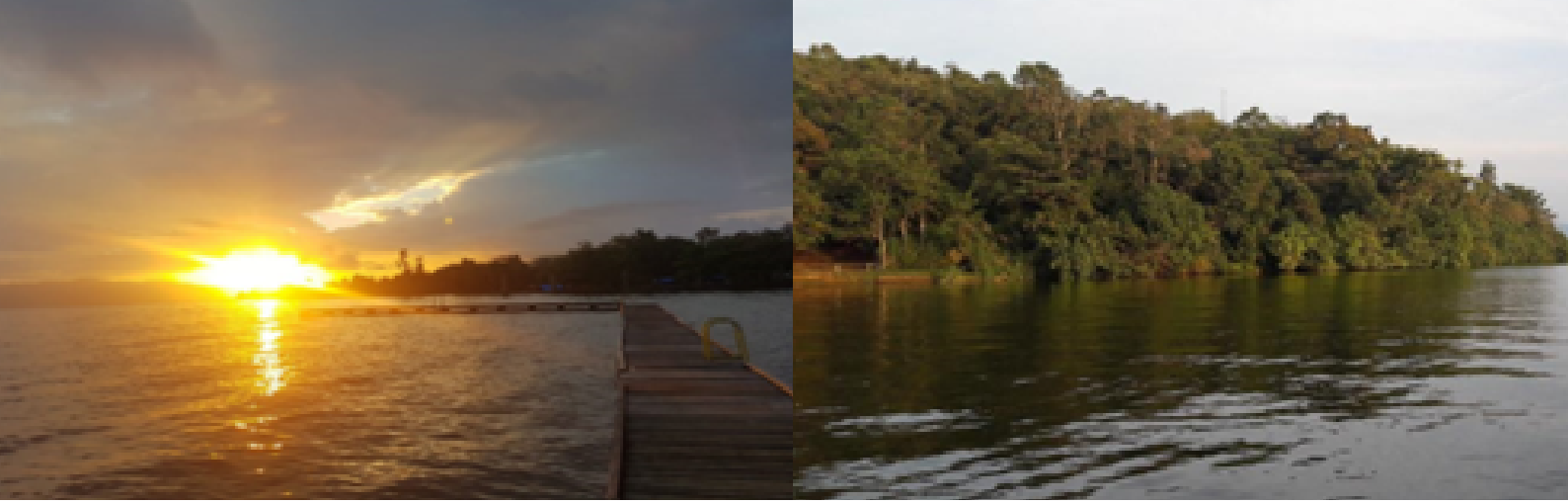
Danau Matano

Danau Matano terletak di daerah Sorowako (Sulawesi Selatan), memiliki luas sekitar 164 km² dengan status *oligotrofik,* dengan kecerahan air yang tinggi hingga masih memungkinkan mencapai kedalaman 20-23 m. Kedalaman danau ± 596 m, termasuk danau *Cryptodepression,* yaitu sebagian dasarnya lebih dalam daripada permukaan laut, di mana bagian terdalam mencapai ± 200 m dibawah permukaan air laut. Proses pembentukan Danau Matano berasal dari aktivitas tektonik yang terjadi pada masa Pleosen (Rintelen, *et al*. 2012), yang diperkirakan terbentuk sekitar 2-4 juta tahun yang lalu. Oleh karena itu Danau Matano dikategorikan sebagai danau purba yang dikenal dengan Danau Malili (komplek Danau Matano, Mahalona, Towuti, Lantoa, dan Masapi) (Gambar 3.10). Danau Matano termasuk dalam wilayah konservasi sebagai Kawasan Taman Wisata Alam (TWA) dengan potensi strategis dalam usaha pengembangan kawasan wisata "*Malili Lakes*" sebagai Warisan Dunia (*World heritage*).

Tercatat 22 spesies ikan di D. Matano, 10 spesies endemik seperti ikan butini *(Glosogobius matanensis)*, dan *Telmatherina celebensis* dengan kelimpahan terbesar (76,6%) (Hadiyati &Wirjoatmodjo, 2002; Nasution dkk, 2009; Jayadi dkk. 2010; Lampiran 2). Kelimpahan spesies tersebut berkisar 80-220 individu, (Tabel 3.4). Ikan endemik keberadaannya mulai langka karena berbagai aktivitas antropogenik, dan adanya spesies introduksi berupa ikan Louhan. Selain spesies ikan danau ini juga memiliki beberapa spesies udang, kepiting, dan moluska yang beberapa diantaranya berstatus endemik.



Gambar 3.10
Danau Purba Kompleks Malili, yaitu Danau Matano, D Mahaona, D Towuti, D Lantoa dan D Masapi



Gambar 3.11
Saat fajar menyingsing (Nasution, 2018) dan Suasana sore hari di danau Matano (Joeni, 2017).

Tabel 3.4 Kelimpahan tumbuhan air di danau Matano

No	Spesies	Lawa	Nuha	Petea	KJT	Pantai Kupu-kupu
1	*Eleocharis dulcis* (Burn.f.) Trin.ex Hensch	.	.	40	.	.
2	*Gahnia* sp.	20	.	30	.	.
3	*Ischaemum barbatum* Retz.	.	.	30	.	.
4	*Chara fibrosa* subsp. flaccida (A.Braun) J.S.Zaneveld	10	80	56	.	55
5	*Panicum* sp.	.	.	30	.	.
6	*Fuirena umbellata* Rottb.	.	.	30	.	.
7	*Acorus calamus* L.	.	.	10	.	.
8	*Nymphaea* sp.	.	.	10	.	.
9	*Scirpus fluitans* L.	.	.	.	.	80
10	*Syzygium discophorum* (Koord & Valeton) Amshoff	.	.	.	.	20
11	*Calophyllum soulattri* Burm.f.	.	.	.	.	20
12	*Kjellbergiodendron celebicum* (Koord.) Merr.	.	.	.	50	20
13	*Scirpus mucronatus* L.	.	.	.	.	20
14	*Carex* sp.	50	.	.		.
15	*Panicum repens* L.	50	.	.	.	.
16	*Fimbristylis pauciflora* R.Br.	20	.	.	.	.
17	*Ischaemum timorense* Kunth	20	.	.	.	.
18	*Phyllanthus obliquus* var. *obliquus)*	.	30	.	.	.
19	*Sarcotheca celebica* Veldkamp	.	10	.	.	.
20	*Xanthostemon confertiflorus* Merr.	.	10	.	30	.
21	*Cajanus crassus* (King) Maesen Syn.	50	.	.	.	.
Kelimpahan		220	130	236	80	215
Jumlah spesies		7	4	8	2	6

Sumber: (Nasution dkk. 2017)

Danau Mahalona

Danau Mahalona merupakan salah satu danau yang berada di Kompleks Malili, berada diantara Danau Matano dan Towuti. Muara Danau Matano adalah Sungai Petea yang mengalir ke Danau Mahalona, kemudian aliran Sungai ini menuju ke Danau Towuti melalui Sungai Tominanga. Danau Mahalona terbentuk dari aktivitas pelebaran efektif sungai yang menghubungkan Danau Matano dan Towuti, dengan luas permukaan 24,4 km^2, berada pada ketinggian 300 m dpl. dengan kedalaman maksimum mencapai 73 m.

Danau Mahalona termasuk dalam wilayah administrasi Kabupaten Luwu Timur, dikenal dengan perairannya yang jernih dan relatif terlindung sehingga menjadi objek wisata yang potensial. Tingkat kejernihan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik fisik maupun biologis, meliputi produksi bahan-bahan asli, dan bahan yang tersuspensi dari dasar danau akibat aktivitas angin dan lain-lain (Carlson, 1977; 1980; Preisendorfer, 1986), dengan tingkat kejernihan antara 5,9 hingga 7,6 m. Menurut Suryono dan Lukman (2018) nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) antara 37,3 – 48,9 mg/l, suhu air antara 29,5-30,8° C, dan keasaman (pH) antara 7,8-7,9. Dari nilai parameter kimia perairan, Danau Mahalona masih tergolong baik.

Danau Mahalona terdata 35 spesies ikan yang sebagian besar merupakan species endemik yang berasal dari marga *Telmatherina*, *Paratherina, Tominaga, Mugilogobius, Glossogobius* (*G. matanensis* dan *Glossogobius* sp.), dan *Oryzias.* Spesies endemik ini terancam punah dengan masuknya beberapa spesies ikan introduksi yang bersifat invasif seperti Louhan (Gambar 3.12). Ikan Louhan yang dijumpai merupakan hasil persilangan spesies *Amphilophus citrinellus* x *Cichlasoma trimaculatum* (Nasution, dkk. 2019). Kehadiran spesies asing secara sengaja atau tidak merupakan salah satu ancaman yang menyebabkan menurunnya keanekaragaman hayati di perairan tawar (Husnah *et al.* 2008). Daftar spesies endemik di Danau Mahalona terdata dalam Lampiran 2.



Gambar 3.12
Beberapa spesies ikan dan nelayan menangkap ikan menggunakan Gillnet di Danau Mahalona (Nasution, 2015; Nasution dkk. 2022).

Danau Tempe

Danau Tempe merupakan salah satu dari 15 danau prioritas nasional berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 60 Tahun 2021 tentang Penyelamatan Danau Prioritas Nasional, merupakan danau tektonik yang membentang dengan luas 350 km (Zamzani dkk., 2022). Danau Tempe mengalami fluktuasi perubahan luasan antara musim kemarau dan penghujan. Pada saat normal luasnya adalah 10.000 ha, sedangkan pada musim hujan luas maksimum mencapai 30.000 ha, dan menyusut menjadi 1.000 ha pada musim kemarau. Pada saat ini kedalaman dan luas Danau Tempe cenderung mengalami penurunan, yang disebabkan pendangkalan diakibatkan sedimentasi. Fluktuasi perubahan luasan perairan ini, secara tidak langsung mendukung meningkatnya produksi perikanan. Penggenangan kawasan danau pada awal musim hujan akan membawa nutrien (*allochthonous*) sebagai sumber pakan bagi anakan ikan.

Di perairan Danau Tempe ditemukan spesies ikan endemik yaitu ikan Blosoh/Bungo (*Glossogobius giuris*; Gambar 3.13), tetapi saat ini menurun tajam didominasi oleh ikan invasif yaitu ikan Sapu-sapu. Adanya dominasi spesies invasif menyebabkan hasil tangkapan cenderung mengalami penurunan lebih dari 25%. Penurunan jumlah spesies ikan, produksi ikan dan distribusi yang tidak merata terjadi di perairan Danau Tempe, akibat perubahan luas perairan danau, penangkapan ikan yang intensif, dan penurunan kualitas perairan. Penurunan kualitas perairan disebabkan oleh limbah pupuk dan pestisida yang terbawa aliran Sungai Bila dan Sungai Walanae ke dalam danau.



Gambar 3.13
Ikan endemik Blosoh/Bungo (kiri) dan Sapu-sapu (kanan) sebagai spesies invasive di Danau Tempe (Nasution, 2015; 2022)

Saat ini hasil tangkapan di Danau Tempe didominasi oleh ikan introduksi yaitu ikan nila, gabus, sepat, betok, nilem dan betutu. Ikan gabus dan ikan betutu termasuk spesies ikan karnivora (pemakan daging). Spesies ikan ini menjadi kompetitor dan pemangsa bagi ikan Bungo/Blosoh. Untuk itu diperlukan perencanaan yang cermat dalam mengintroduksi suatu spesies ikan ke dalam perairan sehingga tidak berpotensi mengganggu ekosistem di kawasan tersebut. Kelimpahan ikan di Danau Tempe pada Lampiran 2.

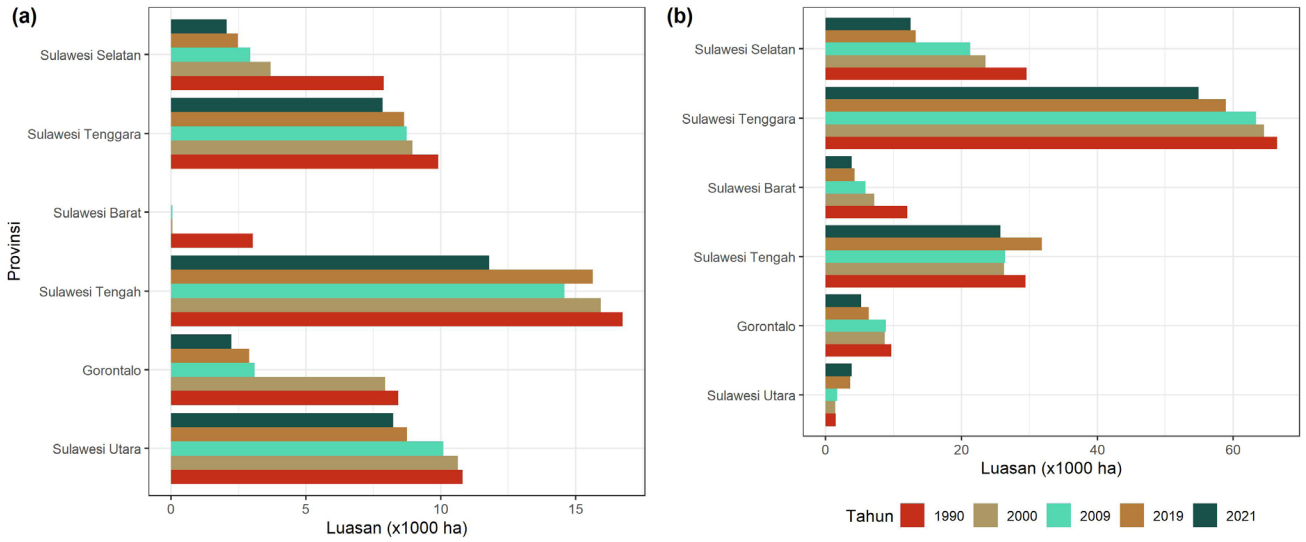
3.3 EKOSISTEM SEMITERESTRIAL

Ekosistem semiterestrial termasuk dalam pembagian tipe ekosistem yang terbentang pada media tanah basah, maupun tanah yang berbatu yang merupakan perpaduan kondisi kehidupan limnik (air tawar) dan marine (air asin). Ekosistem ini mempunyai fungsi dan peran yang sangat penting bagi kehidupan flora dan fauna, yang termasuk dalam ekosistem semiterestrial seperti mangrove dan riparian.

3.3.1 Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem penting yang berada di zona peralihan daratan dan perairan laut atau yang sering disebut zona ekoton. Ekosistem ini berperan penting bagi keseimbangan ekologi dan memiliki fungsi penting bagi perkembangan masyarakat kawasan pesisir. Ekosistem mangrove dapat dijumpai hampir seluruh pulau di Indonesia, termasuk Sulawesi. Letaknya yang berada dalam rangkaian cincin api Pasifik berdekatan dengan ancaman bencana gempa bumi dan tsunami yang tinggi. Dengan adanya potensi bencana ini, ekosistem mangrove dapat berperan sebagai peredam gelombang tinggi dan tsunami serta mengurangi dampak kerusakan yang terjadi di wilayah daratan. Selain itu, ekosistem mangrove juga memiliki peran penting sebagai habitat dan sumber pakan bagi berbagai spesies biota perairan laut dangkal.

Berdasarkan data tutupan lahan KLHK, tahun 1990-2021, ekosistem mangrove di Sulawesi mengalami perubahan luasan baik pada hutan mangrove primer maupun sekunder (Gambar 3.14). Dalam rentang 30 tahun terakhir, luasan hutan mangrove primer di Sulawesi berkurang sebesar 15,5% dan hutan mangrove sekunder sebesar 8,8%. Sulawesi Tengah merupakan provinsi yang mempunyai hutan mangrove primer terluas di Sulawesi dengan luas 32.164,25 ha (2021) dan Sulawesi Tengah menjadi provinsi dengan hutan mangrove sekunder terbesar dengan luas 105.960,32 ha (2021). Seperti halnya di kawasan lain di Indonesia, ekosistem mangrove di Sulawesi terancam oleh adanya alih fungsi menjadi kawasan tambak, pelabuhan dan peruntukan lainnya.



Gambar 3.14
Luasan Ekosistem Mangrove Primer (**a**) dan Sekunder (**b**) di semua provinsi di Sulawesi (Sumber: Peta Tutupan lahan KLHK tahun 1990, 2000, 2009, 2019 & 2021).



Gambar 3.15
Ekosistem Mangrove di Pulau Karakelang, Kepulauan Talaud,Sulawesi Utara (Foto: K. Rahmawati, 2016)

Ekosistem mangrove memiliki keanekaragaman spesies tumbuhan yang tinggi. Di Indonesia tercatat 243 spesies mangrove (Giessen, 2006) dan di Sulawesi terdata sebanyak 135 spesies (Noor, *et al*.,2006). Setiap spesies mangrove memiliki toleransi terhadap salinitas dan pasang surut yang berbeda-beda sehingga pada umumnya spesies mangrove dapat membentuk zonasi berlapis dari muka laut hingga batas pasang surut di wilayah daratan. Zona depan biasanya ditumbuhi oleh spesies mangrove yang tahan terhadap salinitas tinggi dan dalam kondisi lama tergenang, sedangkan pada wilayah yang berbatasan dengan daratan dijumpai spesies mangrove yang dapat beradaptasi dengan substrat lumpur dalam. Beberapa spesies mangrove yang umum dijumpai di kawasan Sulawesi, antara lain: bakau (*Rhizophora apiculata*, *R. stylosa*, *R. mucronata*), pedada (*Sonneratia alba, S. caseolaris, S.ovata)*, api-api (*Avicennia marina*, *A. alba*, *A marina var. rumphiana, A. officinalis*), dan teruntum (*Lumnitzera littorea*, *L. racemosa)*. Spesies mangrove tersebut dikenal sebagai spesies mangrove sejati yaitu merupakan spesies yang dapat beradaptasi di lingkungan payau. Spesies mangrove sejati dibedakan menjadi dua, yaitu mangrove mayor dan mangrove minor. Mangrove mayor merupakan spesies mangrove yang dicirikan oleh kemampuan pertumbuhan yang baik sehingga mampu membentuk tegakan murni. Mangrove minor pada umumnya dijumpai dan tumbuh diantara spesies mangrove yang lain dan tidak pernah dapat hidup sebagai spesies dominan. Selain spesies mangrove sejati, juga ditemukan spesies mangrove asosiasi yang pada umumnya tumbuh di ekosistem pantai hingga daratan. Spesies mangrove asosiasi antara lain: keben (*Barringtonia asiatica)*, ketapang (*Terminalia catappa*), waru laut (*Hibiscus tiliaceus)*, bintaro (*Cerbera manghas)*, nyamplung (*Calophyllum inophyllum)* yang juga dikenal sebagai tumbuhan penyusun vegetasi pantai.

Secara umum, spesies mangrove dapat dijumpai di hampir setiap ekosistem mangrove, tetapi terdapat beberapa spesies yang memiliki persebaran terbatas. Di Sulawesi terdapat spesies kapas-kapas (*Camptostemon philippinensis*) dengan persebaran alami di Filipina; Sulawesi dan Kalimantan bagian timur. Spesies ini termasuk dalam daftar spesies dilindungi oleh Pemerintah Indonesia berdasarkan Permen LHK No. 106 tahun 2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa Dilindungi. Kapas-kapas juga termasuk ke dalam status genting (*endangered*) berdasarkan daftar merah IUCN. Di Sulawesi kapas-kapas ditemukan di Kepulauan Talaud (Sulawesi Utara), Donggala (Sulawesi Tengah), Malili (Sulawesi Selatan) dan P. Kabaena (Sulawesi Tenggara) (Damayanto, *et al*, 2023). Spesies ini mengalami penurunan populasi dan ditemukan hidup dalam kelompok kecil atau soliter dengan semai yang sangat jarang. Polusi, perubahan kondisi habitat akibat perubahan iklim, dan berkurangnya luasan ekosistem mangrove dilaporkan menjadi ancaman bagi populasi spesies ini (Damayanto, *et al*, 2023).

Ekosistem mangrove memiliki peran sangat penting bagi kawasan pesisir. Fungsi ekosistem ini tidak hanya sebagai penahan abrasi dan tsunami, tetapi memiliki fungsi lain yang dirasakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam penyediaan kayu bahan bakar, bahan bangunan maupun bahan peralatan tangkap ikan. Selain itu, kawasan mangrove juga menjadi habitat berbagai spesies ikan dan biota lainnya yang memiliki nilai ekonomi tinggi bagi masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan kerjasama berbagai pihak dalam melestarikan kawasan ekosistem mangrove dari segala ancaman terutama alih fungsi lahan menjadi tambak dan sarana prasarana umum lainnya.



Gambar 3.16
Ekosistem Mangrove di Tumbak, Sulawesi Utara (Foto: D.Nurdiansah, 2019)

3.3.2 Ekosistem Riparian

Ekosistem riparian yang berada di tepian sungai ditumbuhi oleh berbagai spesies tumbuhan yang telah beradaptasi di tempat yang seringkali tergenang air terutama saat banjir (Mitsch & Gosselink, 1993). Kata *riparian* berarti "tepian sungai", merupakan wilayah yang memiliki karakter khas, karena adanya perpaduan lingkungan perairan dan daratan. Tumbuhan yang tumbuh merupakan spesies tumbuhan yang mampu beradaptasi dengan perairan dan arus kencang, yakni spesies tumbuhan hidrofilik dan reofitik yang dikenal sebagai vegetasi riparian. Wilayah riparian berperan sebagai penyangga bagi kawasan di sekitarnya, karena menyediakan perlindungan, tempat berkembangbiak, pemijahan dan sumber pakan untuk biota akuatik (Mitsch & Gosselink, 1993; Sparks, 1995; Jones *et al*., 1999), dan juga sebagai pengatur suhu perairan, pengendali erosi dan sedimen, sumber nutrientdari serasah. Selain itu, vegetasi riparian juga berperan dalam siklus hidrologi yaitu kemampuan menyerap air dalam tanah dan meningkatkan produktivitas potensi air tanah melalui sistem perakarannya.

Ekosistem riparian di Sulawesi, seperti di pulau lain, tumbuhan penyusun vegetasinya cukup bervariasi, seperti beberapa spesies bambu dan pohon yang berdaun lanset dan berbatang pendek. Ekosistem riparian di bagian hulu umumnya lebih sempit dan berbatasan dengan hutan dengan luasan badan sungai yang relatif sempit, dan beberapa lokasi berbatu, lembab dan berlumut dengan kondisi air yang umumnya jernih. Kawasan riparian seperti ini dapat dijumpai di Gunung Gandang Dewata (Gambar 3.17). Spesies tumbuhan di kawasan riparian umumnya banyak ditumbuhi epifit, termasuk paku pakuan dan batangnya cenderung basah karena lembab.



Gambar 3.17
Ekosistem riparian di hulu sungai di Gunung Gandang Dewata, Sulawesi Barat, (Foto: Arid, 2018).

Spesies penyusun ekosistem riparian di Sungai Kaili Desa Labuan Kungguma, Sulawesi Selatan di dominasi oleh *Dracontomelon dao*, *Pterospermum celebicum*, dan *Mangifera foetida*. Spesies *Dracontomelon dao* umumnya tumbuh pada tanah yang datar, kering di tepi sungai hingga yang tergenang air. Spesies ini tersebar di hutan pamah mencapai ketinggian 40 m dpl. Tingkat keanekaragaman spesiesnya (H') termasuk sedang sampai tinggi antara 2,84 – 3,39 (Lahusen, *et al*. 2014).

Kondisi vegetasi riparian bergantung pada masing masing karakter sungai. Sebagai contoh di Sungai Ranoyapo, Minahasa Selatan (Provinsi Sulawesi Utara), pada beberapa tempat yang berbatasan dengan perumahan penduduk banyak ditumbuhi tanaman perkebunan dan pertanian yang mempunyai nilai ekonomi, seperti kakao dan cengkeh. Pada vegetasi riparian yang masih alami tumbuhan penyusunnya termasuk suku Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Lamiaceae, dan lainnya. Khusus tumbuhan bawah penyusunnya antara lain: *Sphagneticola trilobata, Digitaria* sp.*, Chromolaena odorata*, *Ageratum conyzoides* dan *Mikania micrantha*, dan *Cenchrus purpureus.* Sedangkan tumbuhan berupa pohon spesies *Ficus* sp., *Macaranga* sp., dan *Terminalia catappa* (Siahaan & Song Ai, 2014). Hasil penelitian Bental *et al*. (2017) mengidentifikasi vegetasi riparian di sepanjang hulu, tengah sampai hilir Sungai Polimaan di Sulawesi Utara terdata sebanyak 68 spesies dan 41 suku, dengan spesies tumbuhan yang berbeda beda untuk tingkat pohon, tiang, pancang dan semai.



Gambar 3.18
Kawasan ekosistem Riparian di Sulawesi Selatan, dekat daerah Karst Maros Pangkep (Ruliyana, 2018).

3.4 EKOSISTEM TERESTRIAL

Ekosistem terestrial di Sulawesi terdiri atas beberapa tipe ekosistem yaitu, mulai dari ekosistem pantai, ekosistem pamah yang terdiri atas rawa, savana, karst, padang rumput, dan gambut. Untuk kawasan pegunungan meliputi ekosistem pegunungan bawah, dan pegunungan atas termasuksub-alpin.

3.4.1 Ekosistem Hutan Daratan Rendah/Pamah

Ekosistem hutan daratan rendah di Sulawesi merupakan daerah yang umumnya berada pada ketinggian antara 0 – 1.000 m dpl, termasuk yang berada di sekitar pantai hingga perbukitan dan daerah Kepulauan Banggai, Talaud, dan Sangihe. Hutan pamah Sulawesi umumnya terdiri atas hutan hujan tropis yang diantaranya didominasi cemara, juga *Diospyros celebica, Magnolia vrieseana, Eucalyptus deglupta,* serta *Agathis alba*. Hutan pamah di Sulawesi meliputi hutan pantai, gambut, rawa, karst, savana, padang rumput dan hutan ultrabasa yang hanya ditemukan di wilayah Sulawesi, Papua dan Maluku.

3.4.1.1 Ekosistem Pantai

Ekosistem pantai merupakan daerah pertemuan antara daratan dan lautan, yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut, dan terbentuk pada substrat berpasir atau berbatu-batu yang terletak di kawasan litoral dan intertidal (Whitten *et al.* 1996). Terdapat tiga formasi vegetasi pantai dengan komposisi floristik seragam yang umum ditemukan di Indonesia, termasuk di kawasan pantai Sulawesi, yaitu formasi *pes-caprae*, barringtonia, dan formasi bukit pasir (*sand dunes*) (Widjaja *et al*. 2014). Formasi *pes-caprae* hanya berkembang pada tipe pantai yang dinamis dengan substrat pasir, umumnya didominasi oleh kangkung laut (*Ipomoea pes-caprae*) dengan spesies perayap lainnya seperti *Canavalia rosea* dan *Vigna marina*, serta rerumputan seperti *Spinifex littoreus* (Gambar 3.19) dan *Ischaemum muticum*. Diantara perambat dan rerumputan sering dijumpai juga teki tekian (*Fimbristylis sericea* dan *Cyperus pedunculatus*), serta perdu dan Semak *Ardisia humilis*, *Dendrolobium umbellatum*, *Cycas rumphii*, *Tacca leontopetaloides*, dan lainnya (Kuswata, 2013). Formasi *pes-caprae* ini banyak dijumpai di bagian pantai Teluk Amurang Sulawesi Utara (Sitanggang, 2007; Samin, 2016), dan di berbagai kawasan ekosistem pantai lainnya.



Gambar 3.19
Tipe ekosistem pantai, formasi *sand dune* (daerah bukit pasir) yang ditumbuhi rumput *Spinifex littoreus.*

Tumbuhan yang hidup pada ekosistem pantai memiliki cara spesifik dalam beradaptasi terhadap lingkungan yang kompleks dan dinamis. Dengan kondisi habitat yang esktrim, spesies tumbuhan yang dapat berkembang dan beradaptasi dengan baik menjadi terbatas. Vegetasi pantai umumnya didominasi spesies terna pioner yang berakar dalam dan toleran terhadap kadar garam tinggi, angin kencang dan suhu tinggi. Pada umumnya spesies tumbuhan ekosistem pantai merupakan spesies mangrove asosiasi. Di kawasan Asia Tenggara ekosistem pantai identik dengan "Formasi Barringtonia" (van Steenis, 1958) atau asosiasi *Barringtonia asiatica-Terminalia catappa*. Kartawinata (2013) menyebutkan bahwa komposisi hutan pantai umumnya seragam di seluruh Indonesia baik yang beriklim basah ataupun beriklim kering, yakni didominasi oleh *Barringtonia asiatica*, *Calophyllum inophyllum, Pemphis acidula, Terminalia catappa, Thespesia populnea, Hernandia nymphaeifolia* dan biasanya yang dominan adalah *Barringtonia asiatica*, disamping berbagai spesies tumbuhan penyusun pantai lainnya.



Gambar 3.20
Spesies Kangkung Laut (*Ipomoea pes-caprae*) merupakan penyusun utama formasi pes-caprae yang berkembang pada pantai berpasir
(Foto: D. Nurdiansah, 2022)

Kawasan ekosistem pantai berpasir terutama yang berhubungan dengan laut lepas, merupakan tempat bertelur penyu, sementara pantai berlumpur dan tergenang pada saat air laut pasang merupakan tempat mencari makan yang penting bagi burung-burung pantai migran. Species tumbuhan pada ekosistem pantai umumnya memiliki sistem perakaran yang kuat, dalam dan toleran terhadap kadar garam tinggi, tahan terhadap tiupan angin dan suhu tinggi, sehingga berperan penting dalam menjaga kestabilan dan menjamin proses suksesi di kawasan pantai (Kartawinata 2013). Pengelolaan kawasan pantai untuk berbagai tujuan hendaknya memperhatikan lanskap, dan kondisi ekosistemnya sehingga fungsinya sebagai pelindung kawasan pesisir dapat berlangsung optimal.



Gambar 3.21
Pantai dengan tebing karst yang ditemukan di Selat Lembeh yang memisahkan Sulawesi dan Pulau Lembeh (Sutrisno, 2021).



Gambar 3.22
Ekosistem pantai berterumbu karang di Pulau Karakelang, Kepulauan Talaud, Sulawesi Utara (Foto: K. Rahmawati, 2016)

3.4.1.2 Ekosistem Rawa

Ekosistem rawa merupakan ekosistem yang menempati kawasan tergenang secara periodik maupun permanen oleh air hujan maupun air sungai (Kartawinata, 2013). Ekosistem ini umumnya dijumpai di sepanjang sungai atau sekitar danau dengan ciri aerasi yang buruk karena tergenang, baik secara periodik maupun terus-menerus. Ekosistem rawa di Sulawesi pada umumnya dijumpai di kawasan sekitar danau-danau besar seperti Danau Matano, Tempe, Poso, dan Towuti. Ekosistem rawa yang paling luas di Sulawesi dapat dijumpai di Rawa Aopa yang menjadi bagian dari Taman Nasional (TN) Rawa Aopa Watumohai, Provinsi Sulawesi Tenggara. Selain itu, ekosistem rawa dalam luasan yang kecil juga ditemukan di Pulau Muna, Sulawesi Tenggara; bagian tenggara Danau Lindu; bagian tenggara Danau Poso.

Ekosistem rawa di Rawa Aopa memiliki ciri tergenang secara berkala dan genangan air saat musim hujan (Gambar 3.23). Jenis tanah yang terbentuk merupakan tanah aluvial yang

subur dan kaya bahan organik. Kondisi tanah yang subur ini menjadikan kawasan rawa memiliki potensi untuk diolah menjadi lahan pertanian. Namun, apabila pengolahan tanah dan air yang tidak tepat akan mengancam keberadaan ekosistem ini. Whitten, *et al* (1987) menyebutkan ekosistem rawa di Rawa Aopa dibagi menjadi 4 zona, yaitu :

a. Zona 1 atau Makaleleo merupakan zona yang mencakup kawasan rawa bagian barat dengan air berwarna kehitaman dan memiliki pH 6,5-5,5.
b. Zona 2 atau Aopa merupakan perluasan rawa bagian timur dengan masukan air pada saat musim hujan berasal dari Sungai Konaweha, memiliki warna coklat keruh dan pH 6,6.
c. Zona 3 atau Muara Aopa merupakan wilayah tepi timur hingga batas Sungai Konaweha dengan air seluruhnya berasal dari sungai, warna air coklat terang dengan pH 7,1.
d. Zona 4 Tangenutu merupakan kawasan rawa yang dipengaruhi oleh pasang surut Sungai Konaweha dan Lahumburti, tidak memiliki warna air yang jelas, dengan pH berkisar 6,7.

Tipe vegetasi yang berkembang di kawasan rawa sangat bervariasi sesuai dengan karakteristik tanah. Pada umumnya vegetasi alami yang tumbuh di kawasan ini didominasi oleh rumput, teki-tekian, dan spesies terna lainnya. Pada wilayah lain, hutan rawa juga memiliki komposisi spesies yang berbeda dan membentuk karakter tersendiri dengan satu spesies tumbuhan dominan. Hal ini dapat dijumpai pada hutan palem dan hutan pandan. Pada hutan pandan lazimnya dijumpai spesies seperti: ***Pandanus conoideus, P. hystrix, P. kaernbachii, P. leiophyllus,*** dan ***Benstonea lauterbachii*** (Kartawinata, 2013). Ekosistem rawa di bagian tenggara D. Lindu merupakan tegakan pohon yang didominasi oleh spesies ***Nauclea*** sp. (Rubiaceae) dan di sekitar D. Tempe didominasi oleh spesies ***Gluta renghas*** (Anacardiaceae). Sementara itu, rawa di bagian selatannya ditumbuhi antara lain oleh spesies ***Mimusops elengi***, ***Calophyllum soulattri***, ***Maranthes corymbosa,*** dan ***Haplolobus celebicus***. Whitten *et al*. (1987) menyebutkan bahwa ekosistem rawa di Sulawesi memiliki sekitar 25 spesies pohon dengan diameter di atas 15 cm pada petak cuplikan seluas 15 ha.



Gambar 3.23
Kawasan Ekosistem Rawa di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, Provinsi Sulawesi Tenggara (Foto: Balai TN. Rawa Aopa Watumohai, 2023), merupakan rawa daratan rendah (kiri), dan Rawa daratan tinggi yang berada di Mekongga Sulawesi Tenggara diatas ketinggian 2000 m dpl. (kanan).

Rawa Aopa

Perairan Rawa Aopa Watumohai merupakan salah satu lokasi penangkapan ikan air tawar yang cukup penting di wilayah Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai (TNRAW). Perairan dengan luas 1.050 km² ini termasuk wilayah Desa Pewutaa, Kecamatan Angata, Kabupaten Konawe Selatan dan telah menjadi lokasi penangkapan ikan sejak tahun 1989.

Ekosistem perairan Rawa Aopa menjadi habitat penting bagi berbagai spesies ikan tawar. Namun saat ini trend hasil tangkapan ikan di kawasan ini mengalami penurunan >25% yang disebabkan oleh tertutupnya permukaan rawa oleh tanaman yang dikenal masyarakat lokal sebagai "Ondibu". Selain itu juga terdapat spesies ikan introduksi yang bersifat invasif, yaitu ikan marinir (*Parachromis managuensis*) yang termasuk dalam suku Cichlidae. Ikan marinir ini menjadi predator bagi ikan-ikan asli perairan yang menyebabkan populasi ikan-ikan tersebut menurun.

Komunitas ikan di Perairan Rawa Aopa terdiri dari 11 spesies ikan dari 8 suku. Komposisi spesies ikan terbanyak berasal dari suku Cichlidae. Sebagian besar ikan di perairan ini memanfaatkan Rawa Aopa sebagai daerah pengasuhan untuk ikan juvenil kemudian pada saat mencapai usia dewasa akan bermigrasi ke perairan lain.



Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

3.4.1.3
Ekosistem Gambut

Gambut merupakan ekosistem penyimpan karbon terbesar dalam bentuk bahan organik di tanah gambut. Pembentukannya melalui proses dekomposisi bahan organik berasal dari biomassa pohon di hutan gambut. Pembentukan bahan organik pada tanah gambut melalui proses yang lama berkisar 11.000 tahun lalu, saat masa es (Whitmore, 1986). Luasan lahan gambut di Indonesia dibagi berdasarkan kedalamannya (Tabel 3.5), dengan total luasan berkisar 13.429.463 ha, yang tersebar di seluruh pulau. Lahan gambut yang terluas berada di Sumatra diikuti Kalimantan dan Papua, sedangkan di Sulawesi lahan gambutnya tercatat paling rendah yaitu seluas 23.729 ha, hanya sekitar 0,18% dari total luasan lahan gambut di Indonesia (BBSDLP, 2019).

Informasi hutan gambut dan rawa gambut di Sulawesi dibandingkan Sumatra dan Kalimantan masih jarang diulas, karena minimnya studi yang dilakukan di wilayah Sulawesi dan juga tutupan hutan gambut yang tidak terlalu luas. Menurut Whitten *et al*. (1987), gambut terluas ditemukan di Sulawesi Tenggara, yaitu di Rawa Aopa. Gambut Rawa Aopa termasuk dalam gambut topogen yang terjadi karena kondisi kawasan yang berada di daerah yang dikelilingi oleh daratan tinggi, sehingga aliran airnya lambat. Kondisi ini menyebabkan laju dekomposisinya lambat dan terjadi penumpukan bahan organik yang merupakan bahan pembentukan tanah gambut (Whitten *et al*. 1987; Zwahlen 1992).

Tabel 3.5 Luas Lahan Gambut di Indonesia (Sumber BBSDLP, 2019)

Pulau	Kedalaman Gambut						Total (Ha)
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Sumatra	660.011	1.352.069	1.016.955	1.494.099	782.590	544.838	5.850.562
Kalimantan	672.525	1.332.268	1.199.923	789.175	507.398	42.072	4.543.361
Sulawesi	2.606	10.831	8.506	1.687	99	-	23.729
Papua	1.831.405	740.690	395.740	39.312	4.664	-	3.011.811
Total Luasan							13.429.463

Keterangan D1=dangkal (50–<100 cm), D2= sedang (100–<200 cm), D3= dalam (200–<300 cm), D4= sangat dalam (300– <500 cm), D5= sangat dalam sekali (500–<700 cm), dan D6= ekstrem dalam (≥ 700 cm).

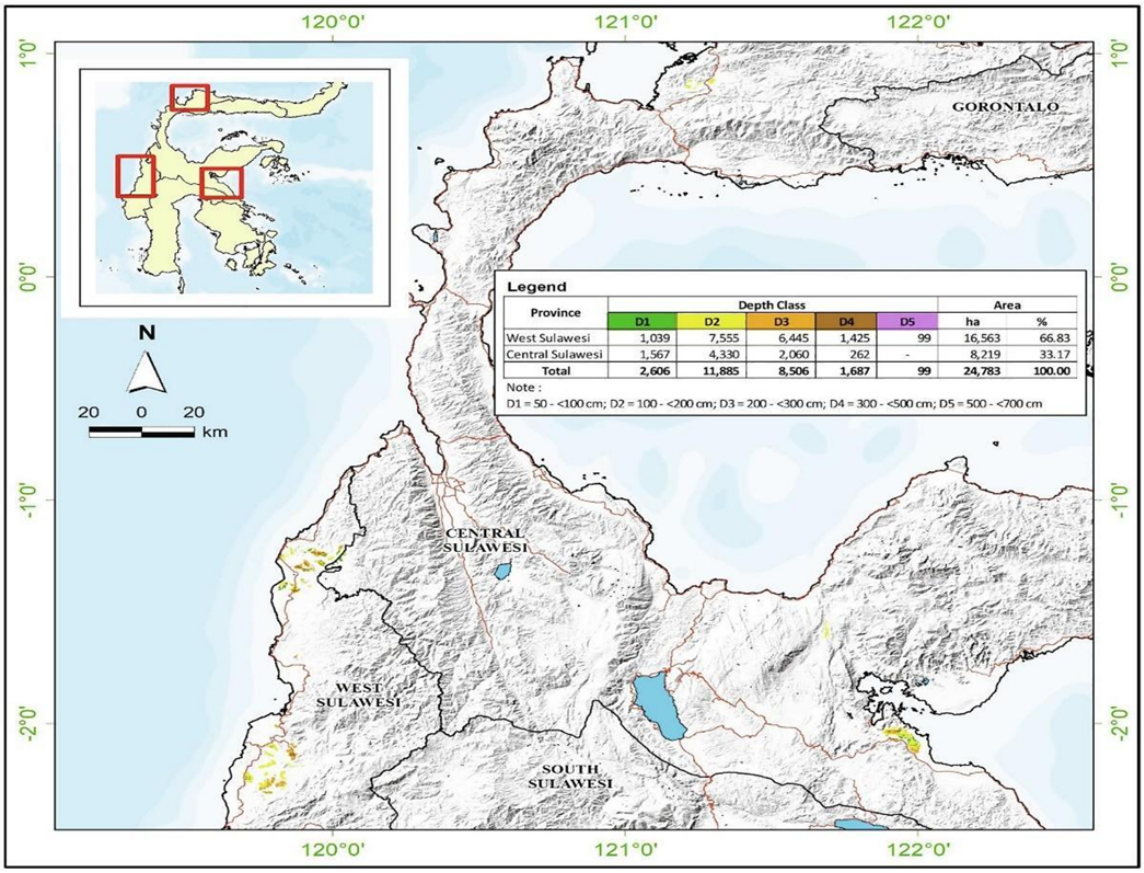
Berdasarkan peta Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG), KLHK, pada Region Sulawesi tercatat lokasi KHG hanya di provinsi Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah (Tabel 3.6), dengan total kubah gambut seluas 19.608 ha, sedangkan kawasan yang merupakan fungsi budidaya (non kubah) mencapai 32.708 ha, menjadikan total luasan gambut di Pulau Sulawesi hanya 60.144 ha. Kawasan gambut di Sulawesi Barat terdiri atas KHG Sungai Pasangkayu – Sungai Bambalamotu dan KHG Sungai Salo Lariang – Sungai Pasang Kayu. Di Sulawesi Tengah terdiri atas 3 kawasan KHG, yaitu KHG Sungai Laa – Sungai Petasia, KHG Sungai Pasangkayu – Sungai Bambalamotu dan KHS Sungai Salo Lariang – Sungai Pasang Kayu.

Tabel 3.6 Luasan Kawasan Hidrologis Gambut (KHG) di Ekoregion Sulawesi

Provinsi / Nama Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG)	Jumlah KHG	Indikatif Kubah Gambut			Total Kubah Gambut (Ha)	Fungsi Budidaya (Non Kubah)			Total Non Kubah (Ha)	Luas Total (Ha)
		Kab/ Kota	Lintas Kab/ Kota	Lintas Provinsi		Kab/ Kota	Lintas Kab/ Kota	Lintas Provinsi		
Sulawesi Barat	2		0	11.716	11.716		0	28.050	28.050	39.766
KHG Sungai Pasang Kayu - Sungai Bambalamotu	1			8.276	8.276			17.355	17.355	25.630
KHG Sungai Salo Lariang - Sungai Pasang Kayu	2			3.440	3.440			10.695	10.695	14.135
Sulawesi Tengah	3	4.517	0	3.375	7.893	7.827	0	4.658	12.486	20.378
KHG Sungai Laa - Sungai Petasia	1	4.517			4.517	7.827			7.827	12.345
KHG Sungai Pasang Kayu - Sungai Bambalamotu	2			395	395			2.509	2.509	2.904
KHG Sungai Salo Lariang - Sungai Pasang Kayu	3			2.980	2.980			2.149	2.149	5.130
Jumlah KHG Per Provinsi (Plus Lintas Batas)	5	4.517	0	15.091	19.608	7.827	0	32.708	40.536	60.144
Total KHG Pulau Sulawesi (Original)	3									

Keterangan : Diolah dari peta Kawasan Hidrologi Gambut Sulawesi

Berbeda dengan peta KHG yang ditetapkan oleh KLHK, Anda *et al*. (2021) menggunakan kriteria yang lebih ketat dalam penyusunan revisi peta gambut Indonesia, yaitu hanya mengukur dan memetakan gambut dengan ketebalan >50 cm. Hasilnya, ekosistem gambut di Pulau Sulawesi menyebar di Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat dan Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah. Luas lahan gambut hanya mencapai 24.783 ha, yang meliputi 16.563 ha gambut di Sulawesi Barat dan 8.219 ha gambut di Sulawesi Tengah. Lahan gambut dengan ketebalan sedang (100 – <200 cm) memiliki sebaran terbesar, yaitu 11.885 ha. (Gambar 3.24)



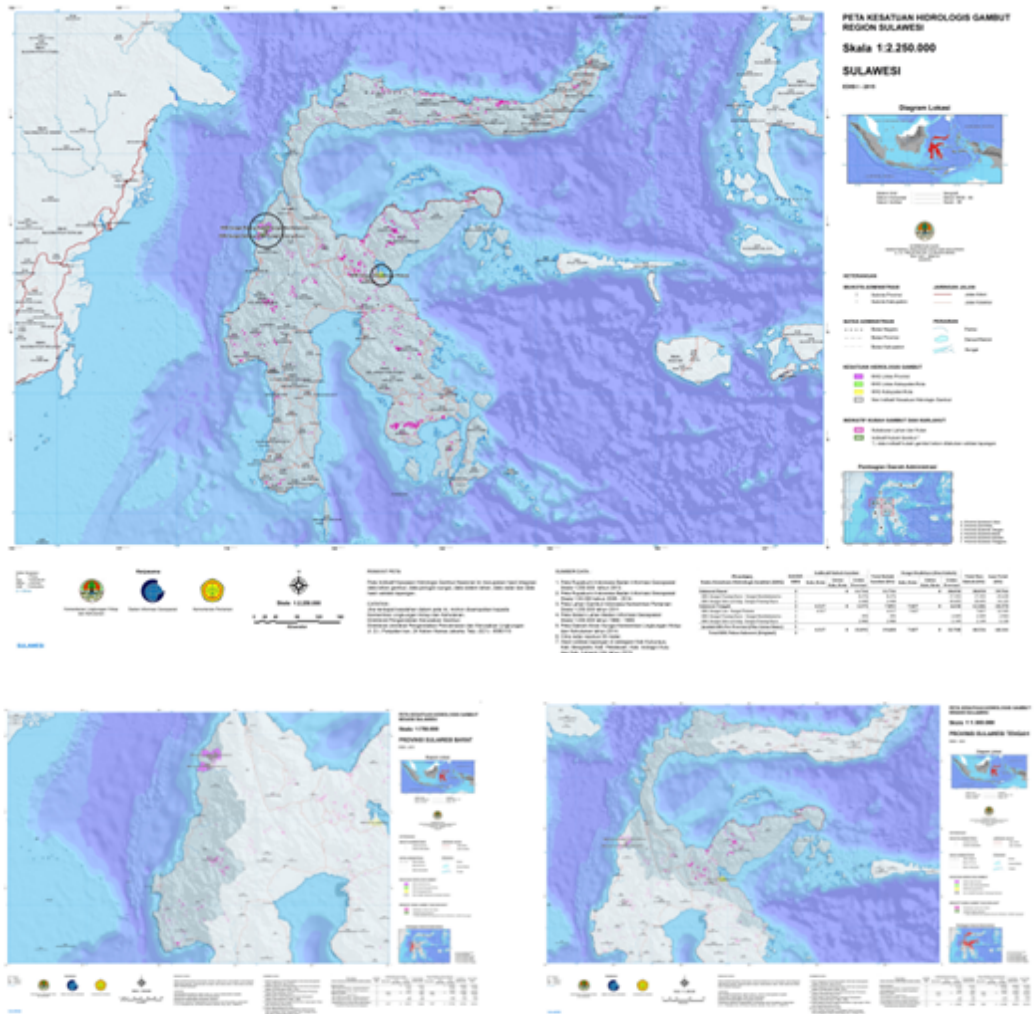
Province	Depth Class					Area	
	D1	D2	D3	D4	D5	ha	%
West Sulawesi	1,039	7,555	6,445	1,425	99	16,563	66.83
Central Sulawesi	1,567	4,330	2,060	262	-	8,219	33.17
Total	2,606	11,885	8,506	1,687	99	24,783	100.00

Gambar 3.24
Persebaran ekosistem gambut di Sulawesi

Gambut di Sulawesi didominasi oleh pembentukan gambut topogen air tawar (21.698 ha) dan sebagian kecil pembentukan gambut topogen pasang surut (lebak lebung), dengan luas 620 ha. Pada daratan alluvial, terdapat gambut seluas 1.7 ha, dan pada cekungan alluvial seluas 1.3 ha. Substrat gambut di Sulawesi merupakan substrat liat dan sedimen berpasir (Anda *et al*. 2021).

Di Sulawesi juga terdapat gambut pada ketinggian 400–580 m dpl yang terletak di Kabupaten Sorowako, Sulawesi Selatan, yaitu gambut *(mire*) Wanda yang terletak diantara Danau Matano dan Danau Towuti (Hope 2001; Stevenson 2018; Gambar 30). *Mire* diterjemahkan sebagai gambut yang masih dalam fase pembentukan gambut (Joosten & Clarke 2002). Beberapa marga yang dijumpai tumbuh di gambut Wanda yaitu *Ficus, Celtis, Chionanthus, Fagraea, Caesalpinia, Prunus, Pterocarpus, Sterculia, Trichospermum* dan *Radermachera* (Hope 2001).

Hutan gambut pada umumnya mempunyai keanekaragaman spesies yang lebih rendah dibandingkan ekosistem hutan hujan tropis, selain ekosistem yang berada di wilayah kering. Semakin tebal gambut, maka semakin sedikit spesies pohonnya dan sebaliknya. Vegetasi hutan gambut Sulawesi bervariasi tergantung lokasi proses pembentukannya, mulai dari yang didominasi oleh herba khas rawa pada ketebalan gambut kurang dari 4 m, seperti di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai sampai di kawasan hutan gambut yang ditumbuhi spesies pohon dengan diameter yang cukup besar dan tinggi, seperti: *Hopea gregaria, Baeckea frutescens, Miliusa horsfieldii, Diospyros malabarica,* dan *Planchonia valida* (Whitten *et al*. 1987).



Gambar 3.25
Peta Hidrologis Gambut Pulau Sulawesi (atas), Propinsi Sulawesi Barat (kiri bawah), Sulawesi Tengah (kanan bawah).

Keterbatasan data dan informasi mengenai ekosistem gambut di Sulawesi disebabkan karena rendahnya pengetahuan mengenai ekosistem gambut baik pada masyarakat di tingkat tapak hingga ke tingkat pemerintah lokal. Minimnya pengetahuan tersebut menyebabkan lahan gambut hanya dikelola secara intensif sebagai lahan pertanian berbasis kelapa sawit. Penanaman kelapa sawit telah dilakukan di Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat pada gambut dalam (tebal gambut 200–300 cm) sejak akhir tahun 1990-an (Ritung & Sukarman 2014). Menurut regulasi yang berlaku, gambut dalam seharusnya dikonservasi untuk perlindungan hidrologi dan ekologi. Salah kelola lahan gambut menyebabkan luas lahan gambut berkurang secara drastis karena tingginya laju dekomposisi dan subsidensi. Selain itu, dampak negatif bagi lingkungan adalah meningkatkan emisi gas rumah kaca (CO_2) ke atmosfer dan terganggunya sistem tata air setempat.

3.4.1.4 Karst

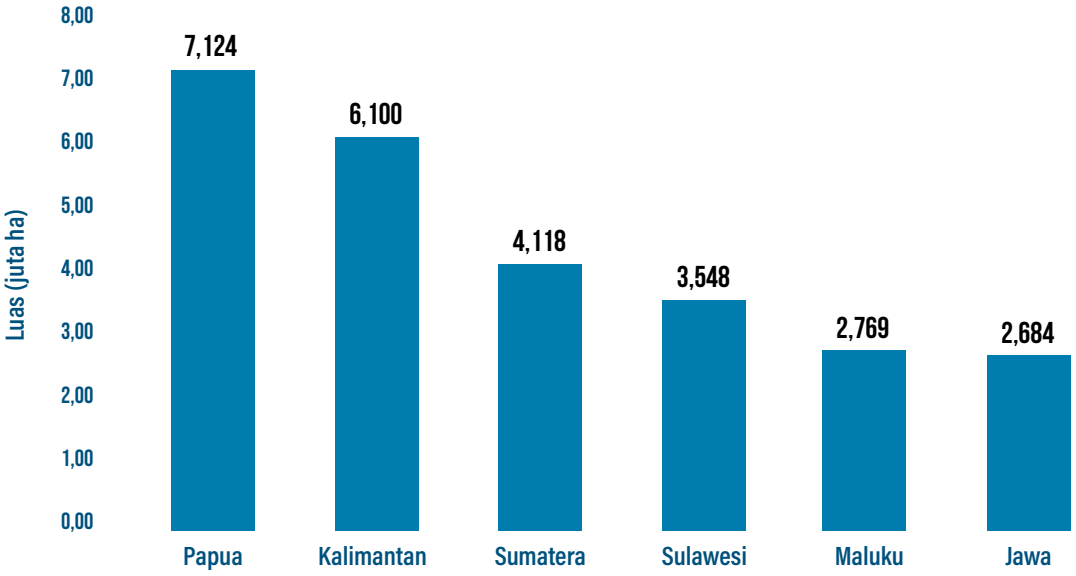
Karst adalah suatu bentang alam yang secara khusus berkembang dari batuan karbonat seperti batu gamping dan tersusun akibat proses karstifikasi (Samodra 2001). Karst juga dapat terbentuk pada batuan dolomit serta batuan evaporit. Ekosistem karst merupakan ekosistem yang terbentuk dari proses pelarutan batu gamping terumbu karang yang terangkat menjadi daratan yang dicirikan dengan bentukan bentang alam berbentuk bukit karst dan tower karst dilengkapi lembah-lembah dan koridor karst tertutup sebagai akibat pelarutan oleh air. Tidak hanya bentang alam di permukaan dengan berbagai biota yang hidup di atasnya, ekosistem karst juga dicirikan dengan terbentuknya gua-

gua dengan sungai bawah tanah yang mengalir di dalamnya dengan segala ornamen gua menambah daya tarik gua, tidak hanya aspek ilmu pengetahuan namun juga aspek wisata.

Kawasan karst memiliki karakter yang unik, misal karst di Sulawesi Maros-Pangkep sebagian masih tertutup hutan. Karst dikenal sebagai kawasan yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan karena bentuk topografinya, memiliki daya dukung rendah dan sangat sulit untuk diperbaiki apabila rusak (Hadisusanto, 2012). Namun keberadaan ekosistem karst masih belum banyak mendapat perhatian dalam konteks pengelolaan dan perlindungan.

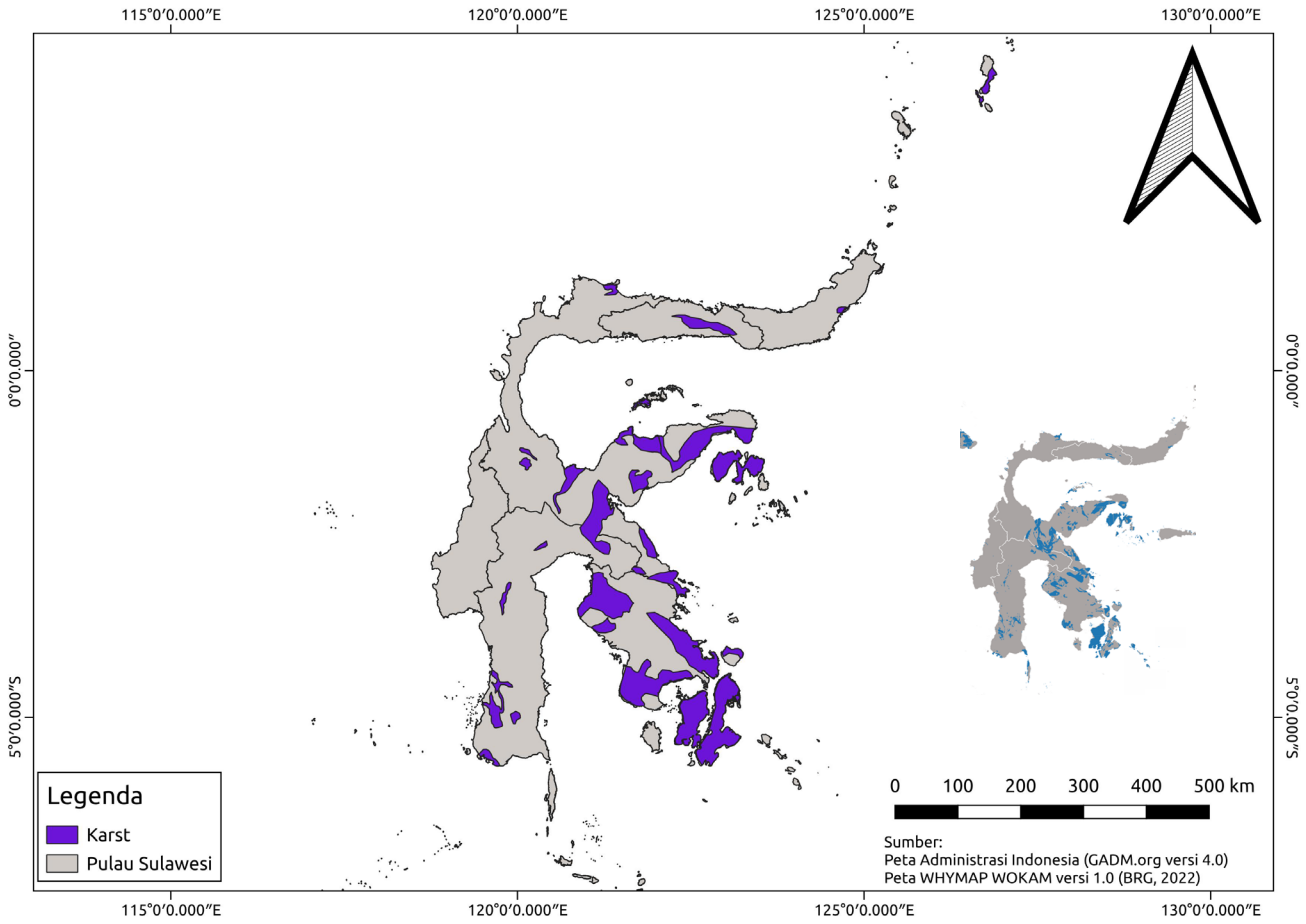
Indonesia memiliki kawasan karst yang cukup luas yaitu sekitar 154.000 km^2 yang tersebar di hampir semua pulau-pulau Nusantara (Surono *et al.* 1999; Gambar 3.26). Ada beberapa kawasan yang cukup terkenal di dunia antara lain kawasan karst Maros (Sulawesi Selatan), dan Bukit Barisan (Sumatra). Sebaran ekosistem karst di Sulawesi terbentang di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah dan sebagian Gorontalo. Beberapa ekosistem karst di Sulawesi antara lain Karst Selayar, Karst Maros-Pangkep, Karst Enrekang (Sulawesi Selatan), Karst Morowali, Karst Banggai Kepulauan, Karst Luwuk (Sulawesi Tengah), Karst Buton dan Muna, Karst Mekongga, Karst Konawe (Sulawesi Tenggara). Namun demikian, ekosistem karst yang telah banyak dikaji khususnya dari sisi keanekaragaman hayati hanya sebagian kecil seperti di Karst Maros-Pangkep (Sulawesi Selatan), Karst Muna, Karst Mekongga (Sulawesi Tenggara), Karst Banggai Kepulauan (Sulawesi Tengah; Gambar 3.27; Deharveng *et al.* 2007, Suhardjono *et al.* 2003; Suhardjono & Ubaidillah 2012).

Kawasan karst tersebut mengandung sumber daya alam berupa batuan gamping yang mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi sebagai bahan baku industri semen, sehingga menimbulkan minat untuk melakukan penggalian. Kawasan karst juga menyimpan air yang tak ternilai jumlahnya. Selain itu kawasan karst juga merupakan tujuan wisata yang menarik, dengan adanya gua-gua yang menyajikan pemandangan indah, serta sistem perguaan yang unik dengan panjang mencapai sekitar 17 km.



Gambar 3.26
Luas kawasan karst di Indonesia. Sumber: WHYMAP-WOKAM, BGR, 2017

Kawasan karst yang tertinggi berada di puncak Gunung Bulusaraung pada ketinggian 1.353 m dpl. Kawasan karst Maros merupakan kawasan karst terluas di Indonesia dan kedua di dunia setelah kawasan karst Guangzhou di China. Kawasan karst ini memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dikenal sebagai *hotspot* kehati.



Gambar 3.27
Sebaran batu gamping yang sebagian besar telah mengalami proses pelarutan oleh air membentuk ekosistem karst Sulawesi

Gua dan Sistem Perguaan di Ekosistem Karst

Kegiatan eksplorasi gua telah banyak dilakukan khususnya di Ekosistem Karst Maros-Pangkep, oleh karena itu menjadikan kawasan ini mempunyai informasi pengetahuan speleologi yang paling lengkap karena telah dilakukan penelusur gua sejak tahun 80-an. Gua terpanjang yang sangat fenomenal adalah sistem Sungai bawah tanah Towakallak yang terdiri dari Gua Salukkan Kallang (12.263 m), Gua Tanette (9.692 m), Lubang Kabut (1.095 m) (Deharveng et al., 2021), dengan total panjang mencapai 23.050 m, dimana akhir dari sistem tersebut merupakan mata air yang membentuk sungai permukaan dimana terdapat air terjun Bantimurung. Selain itu, terdapat gua lain yang penting seperti Gua Assuloang (10.048 m), Gua Londron (5.893), dan Gua Saripa (2.336 m), gua terdalam yang tercatat dari beberapa kegiatan ekspedisi antara lain Lubang Leaputte (263 m), Lubang Kapa Kapasa (210 m), dan Lubang Beru (207 m) (Deharveng *et al.,* 2021).

Kondisi lingkungan gua yang gelap total menuntut berbagai biota yang hidup di dalam gua harus beradaptasi terhadap kondisi gelap, serta minimnya sumber pakan. Terdata sedikitnya 27 spesies fauna gua endemic, antara lain ikan gua *Bostrychus* sp., kumbang *Eustra saripaensis*, *Mateuellus troglobioticus*, kepiting *Cirolana marosina*, dan cacing Planaria yaitu *Dugesia leclerci*. Pada tahun 2021, Deharveng dan team menguraikan tentang biota gua Karst Maros-Pangkep, khususnya dua sistem penting yaitu Towakkalak dan Saripa. Pada artikel tersebut, terdapat 10 stigobit, dan 26 troglobit di Sistem Towakkalak. Secara umum, gambaran keanekaragaman biota gua di Sulawesi terwakili dari Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Tengah. Dari data hasil eksplorasi diketahui terdata 120 spesies dari 69 suku, 32 ordo kelompok Arthropoda, Chordata, Mollusca dan Platyhelminthes menghuni gua-gua di Sulawesi. Beberapa spesies diketahui merupakan spesies baru dan memiliki sebaran yang sangat terbatas dan telah teradaptasi di dalam lingkungan gua (troglobit dan stigobit).



Biota Permukaan Karst

Ekosistem karst banyak dikenal sebagai salah satu tipe ekosistem yang kering dan tandus. Namun hal tersebut tidak sepenuhnya benar karena beberapa ekosistem karst ditemukan memiliki tutupan hutan yang bagus seperti yang ada di kawasan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. Beberapa kondisi lingkungan yang ekstrim seperti bukit karst yang curam membentuk tower karst yang minim vegetasi yang hidup diatasnya. Dengan kondisi yang demikian, beberapa biota seperti flora karst menjadi sangat menarik untuk dikaji. Beberapa tumbuhan diyakini memiliki tingkat adaptasi yang tinggi pada lingkungan karst dengan kadar kapur yang tinggi. Selain itu, beberapa spesies tumbuhan diyakini memiliki sebaran yang sangat terbatas. Beberapa contoh tumbuhan yang terbatas di ekosistem karst adalah *Begonia* ***balgooyi***, *Begonia* ***matarombeoensis*** serta *Begonia* ***watuwilensis*** dari Karst Matarombeo yang endemik Sulawesi Tenggara dan terindikasi memiliki status keterancaman genting/***Endangered*** (EN) (Thomas *et al*., 2018). Selain itu, Ardi *et al*. (2018) juga mengungkapkan empat spesies baru *Begonia* yang hidup di tebing karst dan stalaktit di Sulawesi Tenggara yaitu *Begonia* ***iskandariana***, ***B tumburanoensis, B incudiformicarpa*** dan *Begonia* ***johntanii.***

Dari kelompok fauna, kegiatan pengungkapan yang telah dilakukan di karst Maros-Pangkep meliputi kelompok moluska dan serangga dan Karst Mekongga untuk kelompok serangga. Namun demikian, informasi beberapa spesies yang endemik karst di Sulawesi masih sangat terbatas. Ekosistem karst juga sangat penting untuk ruang hidup berbagai spesies endemik Sulawesi seperti pemanfaatan tebing karst untuk sarang burung yang ditemukan di Karst Maros-Pangkep. Oleh karena itu, ekosistem karst sebagai satu-kesatuan sistem kehidupan menjadi sangat penting tidak hanya bagi biota permukaan tapi juga biota gua dan manusia yang hidup di dalam kawasan karst dan sekitarnya.

Karst Sulawesi memiliki luas hingga 19,05% dari luas seluruh pulau. Hasil inventarisasi yang dilakukan tercatat lebih dari 100 spesies tumbuhan yang ditemukan di kawasan karst Maros–Pangkep (Achmad & Nurdin, 2007; Nuraeni *et al*., 2022). Selanjutnya, investigasi yang dilakukan oleh Achmad & Nurdin (2007), menemukan beberapa spesies diantaranya dapat dijadikan penciri kawasan karst berdasarkan fasies batuannya. Kawasan karst Sulawesi terbagi ke dalam empat fasies, yaitu fasies batuan karbonat masif, batuan karbonat porous, batuan berlapis (***over-layered rock***), batuan metamorf (***metamorphosed rock***). Informasi terkait pemanfaatan spesies juga disampaikan oleh Nuraeni *et al*. (2022), dalam lokasi pengamatan ditemukan kurang lebih 126 spesies tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan pewarna alami.

Keanekaragaman spesies tumbuhan yang tinggi di kawasan karst Maros–Pangkep juga berpengaruh terhadap keanekaragaman spesies fauna yang dapat ditemukan di kawasan ini (Asrianny *et al*., 2018). Studi yang dilakukan Asrianny *et al*. (2018), mencatat 47 spesies burung dalam jalur pengamatan, 23 diantaranya merupakan spesies endemik. Selain spesies burung, kawasan karst Maros–Pangkep juga menjadi habitat dari tarsius Makassar (***Tarsius fuscus***) (Putri *et al*., 2019).

Informasi lain menyebutkan bahwa di wilayah Sulawesi ditemukan sekitar 82 spesies ***Ficus***, 45 spesies diantaranya dapat ditemukan di kawasan karst Maros-Pangkep terutama di kawasan konservasi (Rasplus dalam Deharveng *et al.* 2007). Kondisi ini menunjukkan bahwa kawasan karst Maros memiliki keanekaragaman ***Ficus*** yang sangat tinggi, sekitar 55% spesies ***Ficus*** di Sulawesi dapat ditemukan di kawasan ini. ***Ficus*** merupakan salah satu kelompok tumbuhan yang memegang peranan penting pada ekosistem karst karena merupakan sumber pakan bagi 1.274 spesies burung dan mamalia (523 marga, 92 suku).

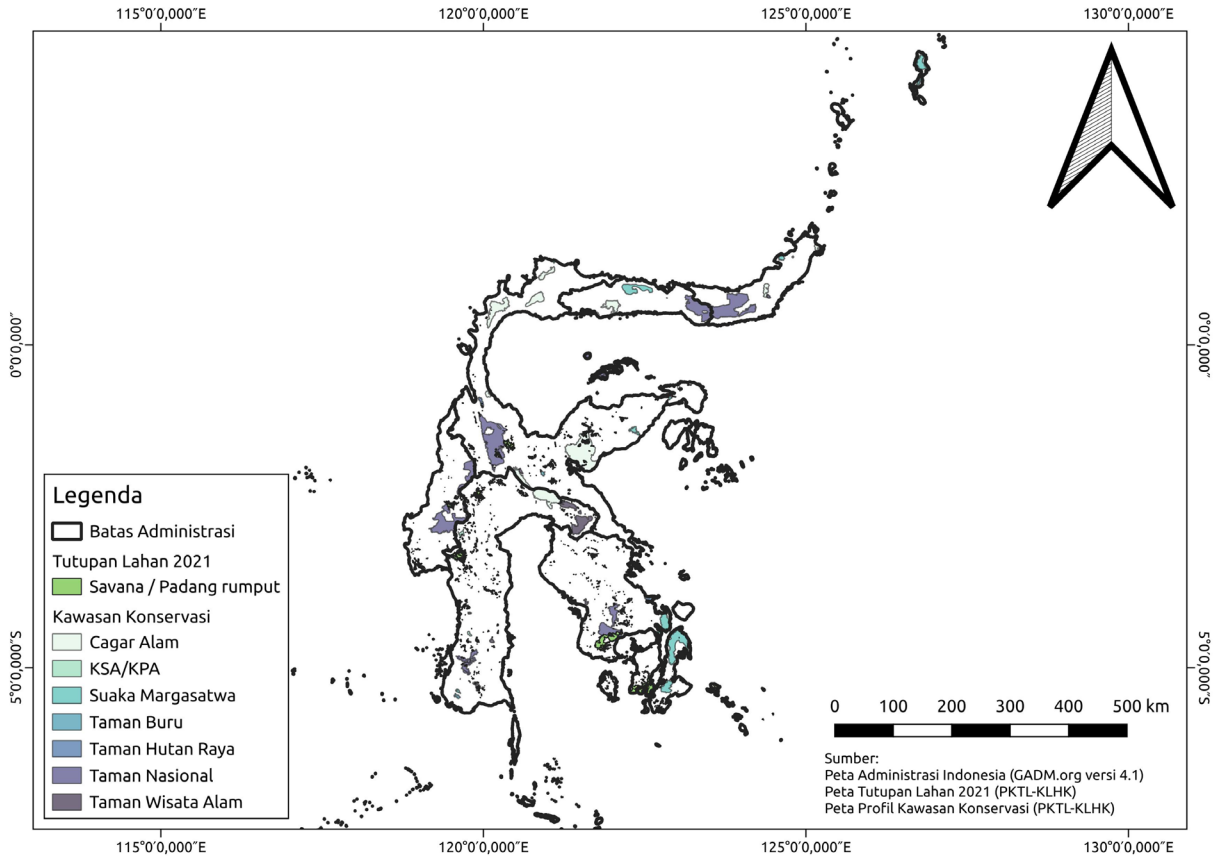
Selain tumbuhan, keanekaragaman insekta di wilayah ini juga tinggi. Ditemukan sedikitnya 100 spesies tawon penyerbuk bunga ***Ficus.*** Dua pertiga diantaranya belum pernah dideskripsikan (Rasplus dalam Deharveng *et al.* 2007). Karst Maros khususnya di Bantimurung, sangat terkenal sebagai "***the kingdom of butterflies***" (Gambar 3.28).



Gambar 3.28 Lansekap kawasan Karst Maros, yang dikelilingi oleh perkebunan kelapa dan persawahan (bawah kiri), dan kawasan karst dengan tebing tebing yang curam mengapit sungai yang mengalir (bawah kanan) (Foto: Ruliyana Susanti, 2018)

3.4.1.5 Savana

Komunitas tumbuhan terutama pepohonan yang tumbuh di ekosistem savana berbeda dengan tumbuhan yang ditemukan pada ekosistem hutan, hal ini merupakan salah satu bentuk adaptasi pada tipe ekosistem tersebut. Tegakan pohon umumnya berukuran kecil dan pendek dengan tinggi maksimal sekitar 10 m dan diameter berukuran 40 cm. Richard (1996) menjelaskan karakteristik ekosistem savana umumnya memiliki kerapatan tegakan pohon rendah dan berasosiasi dengan tumbuhan bawah yang didominasi oleh spesies rerumputan. Hal ini seringkali menimbulkan kesalahan dalam mengidentifikasi tipe ekosistem ini, karena serupa dengan ekosistem padang rumput yang tidak memiliki pepohonan. Tipe ekosistem ini umumnya ditemukan di wilayah Sulawesi bagian tengah hingga bagian tenggara dengan beberapa daerah bukaan kecil di bagian selatan Sulawesi (Gambar 3.29). Klasifikasi penutupan lahan Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, KLHK menyatukan antara savana dan padang rumput. Berdasarkan peta tutupan lahan tahun 2021, diketahui savana/padang rumput di Sulawesi seluas 356.767,66 ha dan sekitar 27% diantaranya berada di dalam wilayah kawasan konservasi.



Gambar 3.29 Peta distribusi savana/padang rumput dan kawasan konservasi di Pulau Sulawesi.

Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai (TNRAW) merupakan salah satu kawasan konservasi dengan luasan ekosistem savana yang cukup luas. Ekosistem savana pada kawasan ini mencapai 54.623 ha (50,75% dari luas keseluruhan TNRAW). Selain di TNRAW, ekosistem savana yang cukup luas juga ditemukan di Taman Nasional Lore Lindu (TNLL, 8,74% dari luas keseluruhan kawasan). Spesies pepohonan yang ditemukan antara lain *Vitex cofassus*, *Maranthes corymbosa*, dan *Kalappia celebica*. Sedangkan spesies-spesies satwa yang sering dijumpai adalah rusa (*Rusa timorensis*) dan monyet ekor panjang (*Macaca ochreata*) (Ahmad & Mukaddas, 2017).

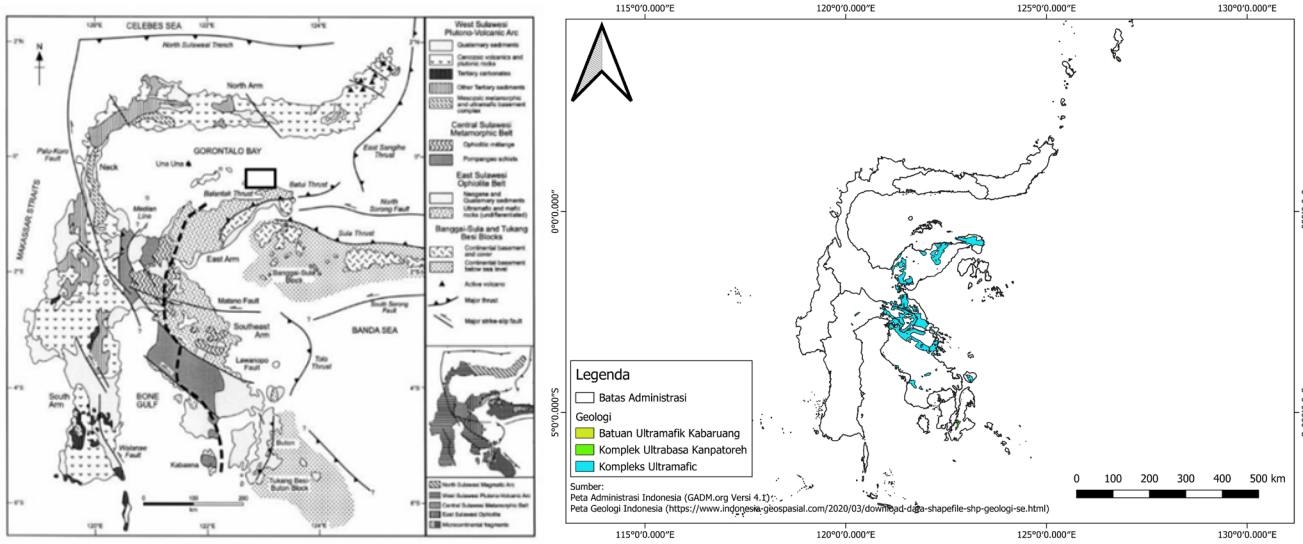


Gambar 3.30 Ekosistem savana di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, di beberapa lokasi kehadiran pohon dan semak sangat jarang, sehingga menyerupai padang rumput (Sumber: Balai Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai)

3.4.1.6
Ekosistem Ultrabasik

Sulawesi terbentuk melalui sejarah geologi yang panjang sebagai akibat dari proses tektonik, hal ini mempengaruhi batuan penyusun Sulawesi, antara lain batuan ultramafik dan ultrabasik. Tipe batuan ini dicirikan oleh kandungan hara makro rendah, namun memiliki kandungan logam seperti nikel, krom, besi, aluminium dan magnesium yang tinggi. Persebaran formasi ultramafik di Sulawesi. mencapai total luasan sekitar 13,5 juta ha (Tabel 3.7). (Whitten *et al*. 2002). Kandungan mineral logam seperti mineral nikel, kromium, dan mangan bersifat racun bagi tumbuhan. Kurang suburnya tanah ini membuat pertumbuhan spesies pohon di atasnya terhambat, dan hanya spesies yang tahan akan kandungan logam, mampu tumbuh dengan baik. Hutan ultrabasik memiliki keunikan, salah satu pencirinya adalah pepohonannya berbatang pendek dan bercabang rendah seperti semak-semak. Hanya spesies yang toleran pada unsur hara rendah mampu tumbuh, seperti tumbuhan dari kelompok *Myrtella*. Vegetasi pada habitat ini mulai dari padang rumput, semak belukar, hingga hutan lebat dan tinggi dengan komposisi floristik yang cukup kaya (Kartawinata, 2013).

Di Indonesia, ekosistem hutan ultrabasik tersebar di Sulawesi, Kalimantan, Papua, dan Halmahera serta Kepulauan Maluku. Sulawesi merupakan pulau yang memiliki lahan hutan ultrabasik terluas di dunia, yaitu sekitar 16,2 juta ha, yang sebarannya sebagian besar di wilayah Sulawesi Tengah dan Sulawesi Selatan.



Gambar 3.31
Peta persebaran kawasan ultramafik di Sulawesi yang berada sebagian besar di Sulawesi Selatan dan Tengah.

Bioregion Sulawesi bagian tengah dan bagian timur yang meliputi wilayah provinsi Sulawesi Tengah, Tenggara, dan sebagian provinsi Sulawesi Selatan umumnya terdiri atas tanah ultramafik dan batuan gamping yang membentuk vegetasi yang unik, bersebelahan posisinya dan tidak terfragmentasi, dengan hutan tua yang berkembang pada batuan aluvium pamah, kapur dan ultramafik. Apabila dipadukan dengan bioregion Luwuk-Morowali, maka akan terbentang wilayah ultramafik terbesar di dunia, sehingga dapat diperkirakan bahwa Sulawesi merupakan pulau yang memiliki lahan hutan ultrabasik terluas di dunia. Hutan ultrabasik terluas tercatat di Sulawesi Selatan, Tenggara, dan Sulawesi Tengah, berdasarkan peta batuan tempat hutan tersebut berkembang (Gambar 3.32, Whitten, 1987).

Tabel 3.7 Luasan kompleks batuan ultramafik di Sulawesi

	Tipe Tutupan Lahan	Luas (Ha)
Batuan Ultramafik Kabaruang	Hutan Lahan Kering Sekunder	4.513
Kompleks Ultrabasa Kanpatoreh	Hutan Lahan Kering Primer	5.333
	Hutan Lahan Kering Sekunder	292.386
Kompleks Ultramafik	Hutan Lahan Kering Primer	10.701.951
	Hutan Lahan Kering Sekunder	2.526.093
TOTAL		13.530.277



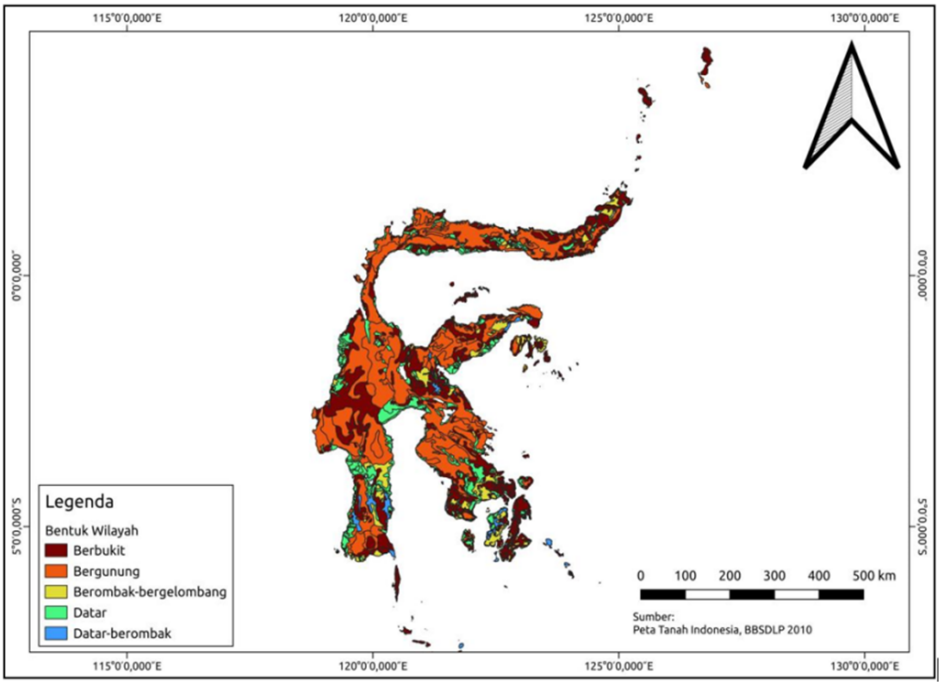
Gambar 3.32
Vegetasi ultrabasik di Sorowako, kanopi hutannya dengan tutupan yang rapat, batang pohon cenderung kecil dan lurus, serta batangnya kering (Joeni, 2018)

Tercatat beberapa spesies tumbuhan yang berkembang dikawasan kandungan nikel tinggi, baik berupa semak maupun pohon seperti *Melastoma malabathricum*, *Pterophylla fraxinea*, *Dillenia serrata*, *Garcinia* sp., *Sarcotheca celebica*, *Colona scabra*, *Vitex cofassus*, *Calophyllum soulattri*, dan *Xanthostemon petiolatus* (Sorowako International Nickel Company, 2005). Spesies tersebut dapat menjadi alternatif dalam upaya revegetasi kawasan yang mengandung logam berat tinggi. Dengan memilih spesies tumbuhan yang dapat mengakumulasi logam berat dalam jumlah besar yang disebut dengan "*metallophytes*" diharapkan dapat mempercepat upaya revegetasi. Tercatat 23 spesies tumbuhan yang mempunyai potensi sebagai hiperakumulator di kawasan tambang nikel, walaupun masih dibawah ambang batas, kecuali *Sarcotheca celebica*, dan *Knema matanensis* yang tercatat memiliki konsentrasi Ni antara 1000-5000 mg Ni/kg berat kering, dan *Sarcotheca celebica*, tercatat sebesar 1039 mg Ni/kg berat kering (Netty *et al*. 2012). Beberapa penelitian juga menggunakan spesies *Chrysopogon zizanioides* (sejenis rumput/ akar wangi), berperan sebagai *phytomining*, dimana Ni yang dihasilkan tercatat cukup tinggi (Rohadatul, *et al*. 2022; Sisilia Ui, *et al*. 2016).

Di kawasan hutan ultrabasik Sorowako dengan ciri tumbuhan yang berperawakan pendek, didominasi oleh spesies *Calophyllum celebicum*, *Eugenia* sp., *Hopea celebica*, *Kjellbergiodendron celebicum*, *Xanthostemon petiolatus* dan *Vatica rassak* (Kartawinata, 2013). Sedangkan di Kawasan Hutan Lindung Nanga-Nanga Kendari, spesies yang dijumpai adalah *Ficus binnendykii*, *Nauclea orientalis*, *Diploknema oligomera*, dan *Rhopaloblaste ceramica*.

3.4.2
Hutan Pegunungan

Di Sulawesi tercatat sekitar 75 gunung dengan ketinggian diatas 1000 m, yang tersebar di seluruh provinsi dan terbanyak adalah di provinsi Sulawesi Utara 41 gunung, Gorontalo tercatat 31 gunung, Sulawesi Tengah sebanyak delapan gunung, dan berturut turut adalah 6, 5 dan 4 untuk Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat dan Sulawesi Utara (Gambar 3.33). Diantara gunung-gunung tersebut, yang tertinggi adalah Gunung Latimojong di Provinsi Sulawesi Selatan dengan ketinggian 3.478 m dpl. Gunung tertinggi di Sulawesi Barat adalah Gunung Gandang Dewata setinggi 3.074 m dpl, Sulawesi Tengah adalah Gunung Torompupu (2.479 m dpl), Sulawesi Tenggara adalah Gunung Mekongga (2.620 m dpl), Gorontalo adalah Gunung Tabango dengan ketinggiannya 2.100 m dpl, dan di Sulawesi Utara tercatat yang tertinggi adalah Gunung Batubulawan (1.970 m dpl).



Gambar 3.33
Persebaran topografi Pulau Sulawesi

Hutan pegunungan merupakan hutan tropika basah di daerah pegunungan yang disebut juga dengan hutan montana. Ciri-ciri hutan pegunungan selalu diselimuti awan pada bagian tajuknya, umumnya bersuhu rendah, menyebabkan batang pepohonannya selalu lembab. Kondisi demikian merupakan media yang subur bagi berkembangnya lumut, sehingga dalam hutan pegunungan umumnya dijumpai berbagai spesies lumut yang melimpah. Karena kondisi kawasan pegunungan yang selalu diselimuti kabut maka disebut juga hutan kabut, hutan awan atau hutan lumut (Gambar 3.34). Ekosistem pegunungan berada pada ketinggian 1.200 - 3.350 m dpl, menurut Whitmore (1984), sedangkan van Steenis (2006) menyebutkan bahwa ekosistem pegunungan berada pada ketinggian 1.000-3.400 m untuk kawasan Malesia. Pembagian berdasarkan van Steenis (2006) menyimpulkan adanya tiga sub zona hutan pegunungan, yaitu sub montana (pegunungan bawah) ketinggian 1000-1500 m dpl, montana (pegunungan atas) dengan ketinggian antara 1000-2400 m, dan sub alpin diatas ketinggian 2400 m. Klasifikasi ini berbeda antar pulau yang disebabkan adanya batas penurunan elevasi atau pemampatan ketinggian. Kondisi ini tercatat lebih rendah pada gunung yang soliter dibandingkan dengan pegunungan tinggi yang luas. Fenomena ini disebut dengan *Massenerhebung effect* atau *Mass elevation effect* (Schroter, 1926).

3.4.2.1
Ekosistem Pegunungan Bawah

Pegunungan bawah merupakan wilayah pegunungan yang berada pada ketinggian 1.000-1.500 m dpl. Menurut pembagian van Steenis (2006), pegunungan bawah pada umumnya berada di Sulawesi Utara. Tercatat sekitar 23 pegunungan yang berada pada ketinggian dibawah 1.500 m dpl. Ciri ciri hutan pegunungan bawah sedikit berbeda dengan hutan pamah dibawah ketinggian < 750 m dpl. Hutan pegunungan bawah umumnya memiliki pepohonan yang berbatang lurus dan kulit batangnya cenderung kering tidak lembab, Semakin tinggi tempatnya, maka pepohonannya cenderung berdiameter kecil dan pendek, atap tajuk mulai memendek ketinggian maksimal sekitar 30 m, dan spesies mencuat (*emergent*) semakin jarang didapat (van Steenis, 2006). Hutan pegunungan ini juga dicirikan dengan cabang dan ranting pohonnya yang bengkok-bengkok dan semakin tinggi elevasinya, ukuran daun cenderung menyempit. Di Sulawesi hutan pegunungan rendah dicirikan dengan marga *Castanopsis* dan *Lithocarpus* yang melimpah dan berasosiasi dengan *Dacrycarpus, Dacrydium, Eugenia, Phyllocladus* dan *Podocarpus* (Kartawinata, 2013). Pada pegunungan ini, pepohonan biasanya ditumbuhi berbagai spesies epifit dan tumbuhan memanjat seperti *Freycinetia*.



Gambar 3.34
Satu contoh kawasan hutan lindung Nanga-Nanga Papalia di Kendari yang diselimuti awan dan berkabut (Trisno, 2018)

3.4.2.2
Ekosistem Pegunungan Atas

Hutan pegunungan atas dengan ketinggian bervariasi dari 1.000 – 2.400 m dpl, menurut van Steenis (1996). Hutan pegunungan atas menunjukkan variasi perbedaan karakter/ struktur hutan yang berjarak sangat dekat karena adanya perbedaan ketinggian, suhu, iklim, tanah, topografi, dan faktor lingkungan lainnya. Karakter hutan dengan permukaan kanopi yang bervariasi dan tidak rata, dengan daun yang berukuran sedang, kemudian beralih ke hutan dengan kanopi yang cenderung rata dan rapat, daunnya berukuran kecil, dengan batang yang bengkok. Spesies tumbuhan penyusun hutan pegunungan bawah lebih kaya dibandingkan hutan pegunungan atas (Kartawinata, 2013).

Gunung Latimojong merupakan salah satu dari tujuh puncak tertinggi di Indonesia, dan merupakan gunung tertinggi di Sulawesi Selatan dengan ketinggian mencapai 3.478 m dpl. Posisi Gunung Latimojong berada di bagian tengah Sulawesi Selatan dengan sebagian besar wilayahnya berada di Kabupaten Enrekang, sebelah utara berbatasan dengan Tanah Toraja, sebelah Selatan dengan Kabupaten Sidenreng-Rappang dan sebelah Timur merupakan wilayah Kabupaten Luwu. Puncak tertinggi dari pegunungan Latimojong ini adalah Puncak Rante Mario. Wilayah pegunungan Latimojong, memiliki topografi beragam dari 5-100% dari landai sampai sangat curam, sehingga masuk dalam kriteria kawasan hutan lindung dengan luas total 41.534 ha (Darma *et al*. 2005).

Informasi flora di kawasan Latimojong masih kurang tereksplore dengan baik, dan masih banyak ditemukan spesies baru dari marga *Begonia* dan Cyrtandra (Bone & Atkins 2013; Thomas *et al*. 2011). Kegiatan eksplorasi tumbuhan penyusun wilayah hutan pegunungan yang dilakukan di Latimojong mencatat beberapa spesies dari suku Ericaceae yang khas pegunungan. Tercatat sedikitnya 30 spesies flora, dengan dua varietas dari Suku Ericaceae dengan tingkat endemisitas tinggi (Kartonegoro, 2014). Spesies-spesies tersebut antara lain adalah empat spesies *Diplycosia*, tiga spesiess *Gaultheria*, 19 spesies *Rhododendron* dan enam spesies *Vaccinium*. Tumbuhan endemik yang terdata dari Gunung Latimojong sebanyak 17 spesies.

Gunung Gandang Dewata juga merupakan salah satu gunung dengan puncak tertinggi mencapai 3.074 m dpl, berada di Sulawesi Barat (Gambar 3.35). Gunung ini merupakan bagian dari kawasan Taman Nasional Gandang Dewata (TNGD). Kawasan menunjukkan adanya hutan yang didominasi oleh konifer yakni tumbuhan berbiji terbuka yang tersusun dalam runjung (*cone*), dengan spesies penyusunnya antara lain adalah *Dacrycarpus* dan *Gymnostoma*, yang dapat dijumpai hingga ketinggian 3.000 m dpl. Hutan konifer ini biasanya merupakan hutan transisi antara hutan pegunungan atas dan sub alpin. Suku yang umum tumbuh di kawasan hutan pegunungan atas antara lain adalah *Araucariaceae*, *Ericaceae*, *Cunoniaceae*, *Podocarpaceae* dan *Theaceae* (Whitmore, 1986). Di Gunung Gandang Dewata, terdapat tiga tipe ekosistem, yaitu zona pegunungan bawah, pegunungan atas dan sub alpin (Achmadi, *et al*., 2018). Tercatat sekitar 179 spesies tumbuhan yang ditemukan pada kisaran ketinggian 1.500 – 2.680 m dpl. Tumbuhan yang ditemukan dari suku *Melastomataceae* yaitu *Medinilla*, *Sonerila*, *Astronia*, *Dissochaeta*, *Melastoma*, dan *Creochiton*. Sedangkan dari suku Gesneriaceae tercatat 11 spesies yang diwakili oleh marga *Aeschynanthus*, *Agalmyla,* dan *Cyrtandra*, sebagian diantaranya merupakan spesies endemik di Sulawesi. Ditemukan juga spesies endemik dari marga *Ficus*. Khusus di zona sub Alpin ditemukan spesies tumbuhan dari suku *Ericaceae*, marga *Diplycosia*, *Gaultheria*, *Rhododendron* dan *Vaccinium* (Achmadi *et al*, 2018).



Gambar 3.35
Satu sisi Gunung Gandang Dewata di Sulawesi Barat, dengan ketinggian 3.074 m dpl, terdapat juga hutan konifer yang merupakan peralihan/ transisi pegunungan atas ke subalpin (Foto: koleksi BRIN).

Di kawasan Gunung Gandang Dewata kondisinya sebagian lembab dan basah, maka spesies yang umumnya tumbuh adalah paku-pakuan (Pteridophyta) dengan jumlah 126 spesies yang dijumpai pada ketinggian 1.500-2.000 m dpl. Suku yang mempunyai keanekaragaman tinggi adalah *Polypodiaceae, Cyatheaceae, Athyriaceae, dan Aspleniaceae*. Dijumpai juga kelompok Grammitids yang merupakan penciri habitat pegunungan tropis basah (Achmadi, *et al*, 2018). Salah satu contoh spesies paku yang endemik adalah spesies *Cyathea sarasinorum*, yang batangnya menjulang tinggi biasanya digunakan penduduk sebagai bahan bangungan. Pada zona ini spesies tumbuhan didominasi oleh konifer, seperti spesies *Podocarpus, Dacrycarpus, Dacrydium, Phyllocladus*, dan *Agathis*. Spesies *Agathis* yang ditemukan di Sulawesi adalah *Agathis alba*. Hasil dari penelitian diketahui spesies yang dominan pada ketinggian 1.600-2.000 antara lain: *Ackama celebica*, *Castanopsis acuminatissima*, *Syzygium acuminatissimum*, dan *Agathis alba*. Hasil dari penelitian juga menunjukkan masih banyaknya spesies yang belum terungkap dan merupakan spesies endemik atau merupakan catatan baru bagi wilayah Sulawesi (Gambar 3.36).



Gambar 3.36
Spesies tumbuhan yang dijumpai di Gandang Dewata (Foto: Koleksi BRIN, 2016)

3.4.2.3 Sub-Alpin

Ekosistem hutan pada ketinggian > 2.400 m dpl disebut sebagai ekosistem subalpin, Jhons *et al.* (2007) dan Whitmore (1986) membagi vegetasi sub alpin menjadi vegetasi sub alpin bawah (2.400-3.650 m dpl), dan vegetasi sub alpin atas (3.650-4.170 m dpl). Berdasarkan pembagian ini kawasan region Sulawesi merupakan vegetasi sub alpin bawah, karena gunung tertinggi hanya mencapai ketinggian 3.478 m dpl yakni di Gunung Latimojong.

Persebaran ekosistem sub alpin di Sulawesi ini berada di pegunungan dengan ketinggian di atas 2.400 m dpl, yang umumnya tersebar di wilayah Sulawesi Tengah (terdapat 3 gunung dengan ketinggian > 2.400 m dpl), Sulawesi Selatan (ketinggian antara 2.670 – 3.478 m dpl, terdiri dari 6 gunung), dan Sulawesi Barat (tercatat 5 gunung dengan ketinggian 2.670-3.017 m dpl), serta Gunung Mekongga di Sulawesi Tenggara dengan ketinggian mencapai 2.620 m dpl. Di kawasan sub alpin, dijumpai banyak tumbuhan berbagai spesies lumut, anggrek, paku, epifit. Vegetasinya juga dicirikan dengan tajuk pohon yang relatif seragam, berbatang pendek dan cenderung bengkok serta ditumbuhi lumut. Pepohonannya relatif rapat, dengan daun yang tebal dan sempit. Kerapatan pohon cenderung semakin tinggi dengan meningkatnya ketinggian tempat. Kondisi yang lembab pada zona sub alpin, menyebabkan batang pohon penyusunnya menjadi media yang sesuai untuk pertumbuhan lumut.

Tumbuhan di zona ini umumnya dari suku *Ericaceae*, seperti marga *Rhododendron, Vaccinium, Diplycosia,* dan *Gaultheria*. (Achmadi, dkk. 2013). Dengan semakin tinggi

elevasi jumlah pohon per satuan luas (kerapatan) semakin banyak dan individu pohon semakin pendek, dengan kanopi hampir seragam tingginya, sehingga tidak dijumpai spesies mencuat (*emergent trees*) . Spesies yang banyak ditemukan adalah dari suku Zingiberaceae sampai ketinggian 2.800 m dpl, *Etlingera* yang ditemukan empat spesies dengan status konservasi untuk *Etlingera chlorodonta* terancam punah (*critically endangered*), *Etlingera spinulosa*, *Etlingera eburnea*, dan *Etlingera cylindrica* terancam (*endangered*). Menurut Poulsen (2012), spesies *Etlingera* yang ditemukan di Sulawesi kebanyakan adalah spesies endemik.

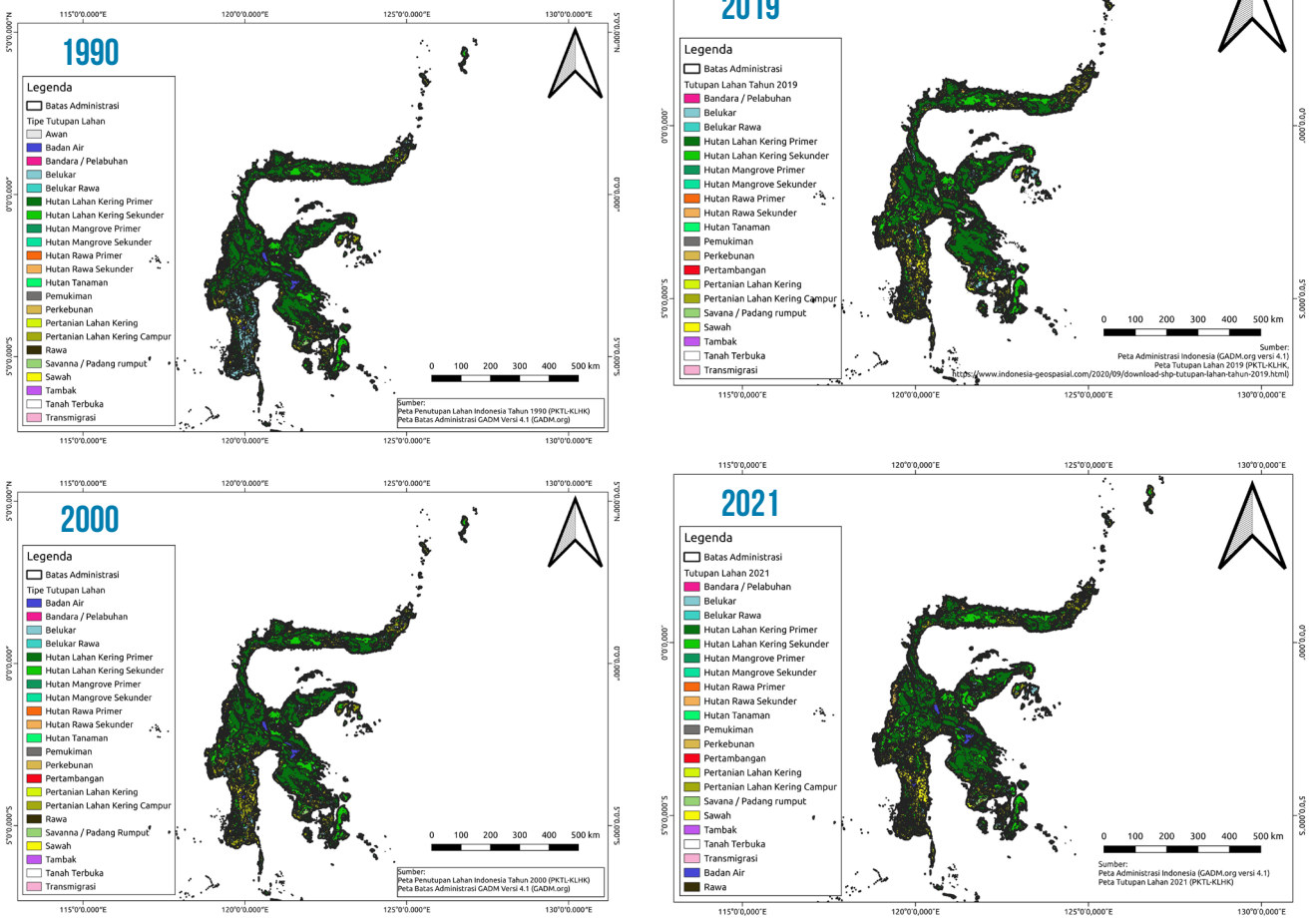
Di wilayah Gunung Gandang Dewata juga diidentifikasi adanya ekosistem sub alpin dengan karakter flora khas pegunungan bawah sampai sub alpin (Achmadi, 2018), serta fauna yang juga mendiami habitatnya di ekosistem Sub Alpin. Khusus kawasan Gandang Dewata, dijumpai beberapa spesies dari Ericaceae yang merupakan suku dominan di kawasan sub alpin, dengan jumlah lebih kecil bila dibandingkan dengan Gunung Latimojong, ditemukan lebih dari 30 spesies Ericaceae (Kertonegoro, 2014). Di beberapa tempat juga ditumbuhi lumut dan lumut kerak baik di permukaan tanah, batang pohon maupun pohon-pohon tumbang. Pepohonan pada lokasi ini kecil-kecil dan tidak terlalu tinggi, menyerupai hutan Elfin (Gambar 3.37). Karakter ekosistem pegunungan Sulawesi sudah dapat ditemukan pada ketinggian 850 m dpl, seperti yang dijumpai di Pulau Wawonii pada kawasan hutan pegunungan Waworete (Sunarti, *et al.* 2008). Pada ketinggian ini hampir semua pohon ditumbuhi lumut yang tebal. Beberapa spesies pohon yang dijumpai mencirikan flora pegunungan, adalah *Podocarpus neriifolius*, *Prunus grisea*, beberapa spesies S*yzygium*, dan *Falcatifolium falciforme*. (Sunarti *et al.* 2008, Kitayama, 2018).



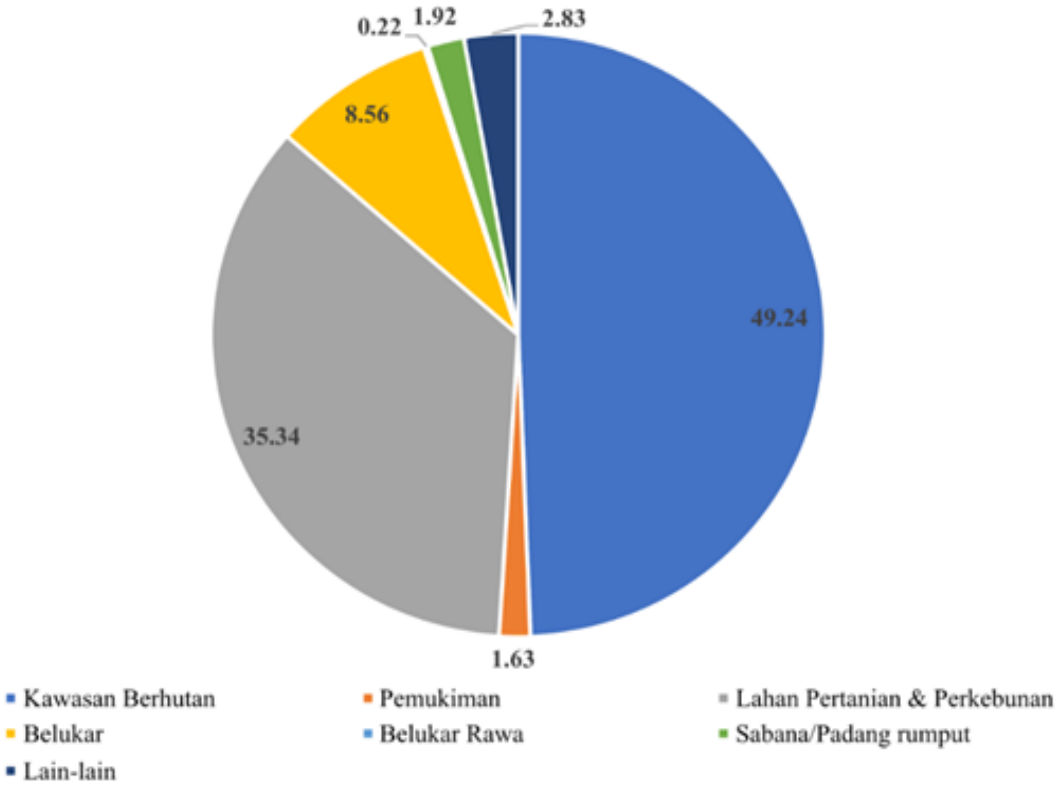
Gambar 3.37
Hutan berlumut di Gunung Gandang Dewata, merupakan contoh ekosistem Sub Alpin wilayah Sulawesi, (foto: koleksi LIPI, Tahun 2016)

3.5 TUTUPAN LAHAN EKOSISTEM ALAMI

Sulawesi merupakan salah satu pulau besar di Indonesia dengan luas mencapai 18.621.600 ha dengan 61% diantaranya merupakan kawasan hutan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2011). persentase luasan kawasan hutan ini mengalami pengurangan dalam kurun waktu 10 tahun. Pada 2019, peta tutupan lahan Sulawesi menunjukkan luasan yang dikategorikan sebagai hutan hanya sebesar 49% dari luas keseluruhan daratan pulau tersebut. Kondisi kawasan hutan 20 tahun terakhir cenderung stabil. Kawasan berhutan sebagian besar berupa daerah bergunung di provinsi Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, dan sebagian dari Sulawesi Barat sampai Gorontalo (Gambar 3.38), sedangkan persebaran tutupan lahan di tahun 2021 didominasi oleh kawasan berhutan dan perladangan (Gambar 3.39).

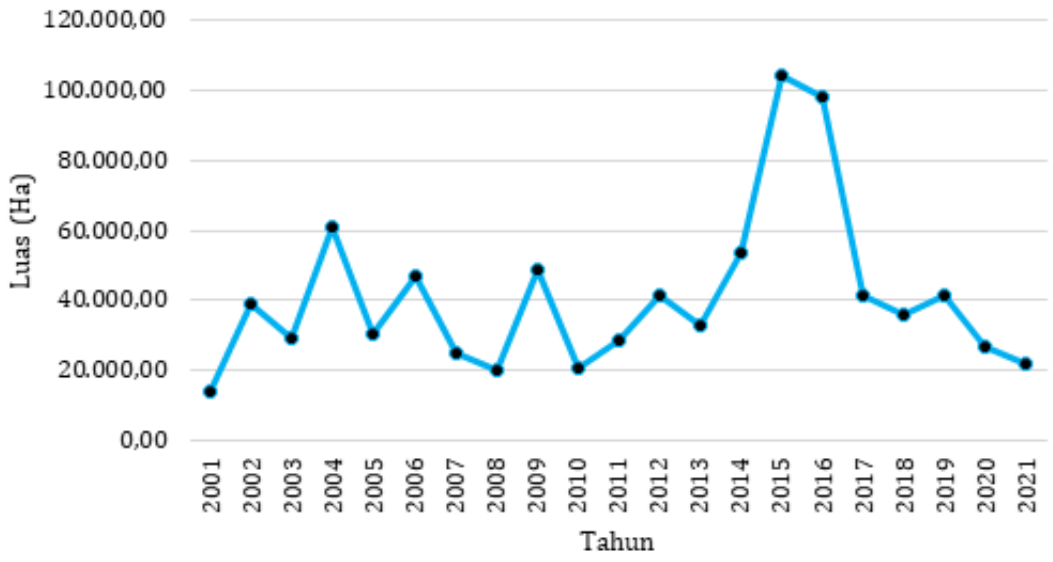


Gambar 3.38
Perubahan Tutupan lahan Pulau Sulawesi sejak 1990 hingga 2021 (Sumber : KLHK)



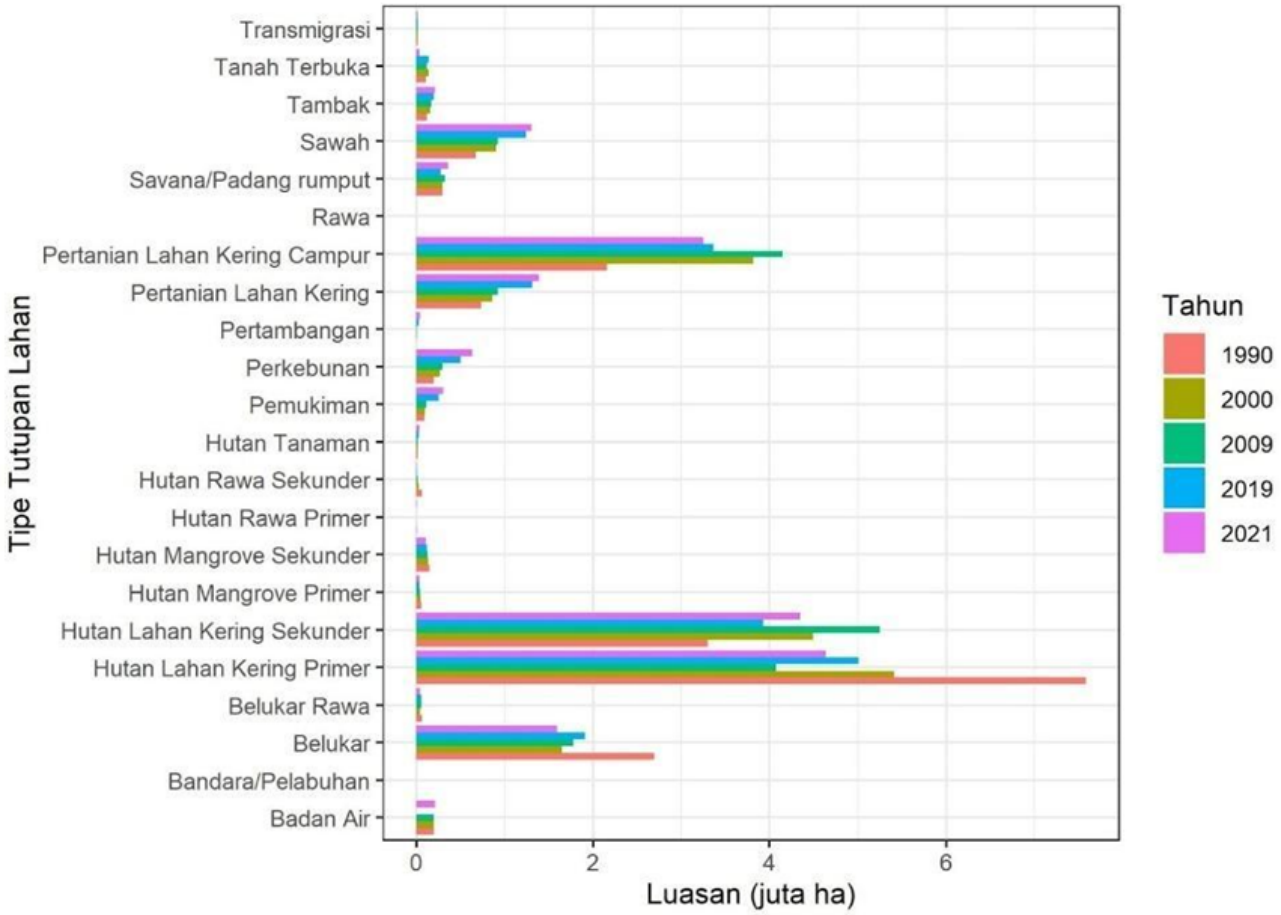
Gambar 3.39
Persentase tutupan lahan terhadap luas daratan Sulawesi.
Sumber: Peta penutupan lahan Indonesia tahun 2021.

Hasil analisis Global Forest Watch (2023) menunjukkan fluktuasi perubahan penutupan pohon dalam 20 tahun terakhir. laju kehilangan tutupan hutan terbesar terjadi pada tahun 2015 seluas 104.510,33 ha dan yang terendah terjadi pada tahun 2001 seluas 14.083,51 ha (Gambar 3.40; Global Forest Watch, 2023). Dengan demikian laju kehilangan tutupan hutan selama 20 tahun terakhir mencapai 41.000 ha. Tingginya laju deforestasi ini menyebabkan pentingnya kawasan hutan yang difungsikan sebagai kawasan lindung dan konservasi. Kawasan hutan yang menjadi wilayah perlindungan dan areal konservasi keanekaragaman hayati seluas 64.774,62 ha.



Gambar 3.40
Laju penurunan tutupan hutan primer di Sulawesi.
(Sumber: Global Forest Watch, 2023).

Perubahan tutupan hutan juga turut berpengaruh terhadap perubahan tutupan lahan di Sulawesi. Data luasan tutupan lahan selama 30 tahun terakhir menunjukkan penurunan tutupan lahan pada tahun 2021 sebesar 0,02 - 4,17% dibandingkan pada tutupan lahan pada tahun 1990 (Dirjen PKTL-KLHK, 2021). Penurunan terbesar terjadi pada tipe tutupan hutan lahan kering primer sebesar 777.122,49 ha (4,17%). Nilai persentase ini berdasarkan perbandingan luasan tipe tutupan lahan dibandingkan luasan seluruh Sulawesi. Penambahan luasan tipe tutupan lahan terbesar selama kurun waktu 30 tahun adalah pertanian lahan kering sebesar 2,85% setara dengan 530.339,54 ha, sejak tahun 1990 hingga 2021 (Gambar 3.41).



Gambar 3.41
Perubahan luasan tipe tutupan lahan sejak tahun 1990 hingga tahun 2021.



Macaca nigrescen, Taman Nasional Bogani Nani Wartabone
(Sumber: Kementerian Kehutanan)



Maleo (*Macrocephalon maleo*), Taman Nasional Bogani Nani Wartabone dan Danau di Taman Nasional Lore Lindu
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

4

KEANEKARAGAMAN HAYATI

Kepulauan Indomalaya-Australasia terutama di wilayah Wallacea merupakan wilayah geologis yang sangat kompleks dan dinamis sehingga memiliki kekayaan spesies dan tingkat endemisitas yang tinggi. Kawasan Wallacea terdiri atas ribuan pulau samudera yang terletak diantara kawasan Oriental dan Australasia. Oleh karena itu kawasan Wallacea menjadi habitat dan rumah bagi flora dan fauna yang sangat menarik dan mengagumkan hasil dari proses isolasi dan evolusi berbagai spesies. Kawasan Wallacea dikelompokkan menjadi tiga sub kawasan yaitu a) Sub Kawasan Sulawesi b) Sub Kawasan Kepulauan Maluku dan c) Sub Kawasan Nusa Tenggara. Sub Kawasan Sulawesi terdiri atas Pulau Sulawesi sebagai pulau terbesar dan pulau-pulau satelitnya yaitu terdiri dari Kepulauan Talaud, Nanusa disebelah utara sampai Madu di laut Flores dan juga Kepulauan Togian, Kepulauan Banggai dan Kepulauan Tukang Besi serta Kepulauan Sula yang menjembatani hubungan antara Sulawesi dan sub kawasan Maluku. Sebagian besar sub kawasan ini merupakan bukit-bukit sampai pegunungan dengan daratan berada pada ketinggian 500 m dan sekitar 20 % dari daratannya di atas ketinggian 2.000 m (Coates & Bishop, 2000).

Sampai dengan tahun 2022, keanekaragaman hayati yang tercatat di sub Kawasan Sulawesi mencapai 6.206 spesies fauna yang terdiri atas 243 spesies mamalia, 429 spesies aves, 36 spesies amfibia. 137 spesies reptilia, 294 spesies pisces, 432 spesies moluska, 38 spesies nematoda, 4.392 spesies serangga, 102 spesies krustasea air tawar, 36 spesies arachnida, dan 67 spesies ekorpegas (Collembola). Catatan flora sampai tahun 2021 di Sub Kawasan Sulawesi dari kelompok jamur, lumut, lumut kerak, dan spermatofit berjumlah 7.036 spesies, lumut sejati 628 spesies, pteridofit 565 spesies, monokotil 1.665 spesies, asterids 869 spesies dan eudicot 1.986 spesies.



Taman Nasional Wakatobi
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

4.1 FLORA SULAWESI

4.1.1 Kekayaan dan Keanekaragaman Flora Laut

Flora laut di sekitar perairan Sulawesi mencakup lamun dan makroalga. Lamun (*seagrass*) termasuk dalam tumbuhan tingkat tinggi laut yang mempunyai akar, rimpang, daun, bunga, buah, dan biji. Tercatat ada sembilan spesies lamun yang ditemukan di pesisir Sulawesi. Sementara itu, untuk makroalga laut (*seaweed*) ditemukan sekitar 118 spesies. Keduanya memiliki peranan penting, baik dari sisi ekologi maupun ekonomi.

4.1.1.1 Lamun

Lamun di wilayah perairan Sulawesi membentuk hamparan padang lamun dengan rata-rata tujuh hingga delapan spesies lamun dan maksimal sembilan spesies dalam satu area pengamatan (Rahmawati dkk., 2022). Saat ini hanya terdapat enam lokasi pemantauan yang dilaksanakan di Sulawesi, yaitu di wilayah Makassar, Selayar, Takabonerate, Buton, Wakatobi, dan Kendari. Lokasi yang diketahui memiliki jumlah spesies lamun terbanyak adalah Selayar dengan sembilan spesies, sedangkan di lokasi Makassar memiliki jumlah spesies lamun terendah, hanya ditemukan enam spesies. Spesies yang paling umum ditemukan pada keenam lokasi pemantauan adalah *Enhalus acroides* (Tabel 4.1; Gambar 4.1), *Thalassia hemprichii, Cymodocea rotundata, Syringodium isoetifolium* dan *Halodule uninervis.*

Tabel 4.1 Keanekaragaman spesies lamun di pesisir Sulawesi

No	Lokasi	Jumlah Spesies	Persisten			Oportunis				Perintis	
			EA	TH	TC	CR	OS	SI	HU	HP/HU	H
1	Makassar	6	+	+		+		+	+		+
2	Selayar	9	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Takabonerate	8	+	+		+	+	+	+	+	+
4	Buton	8	+	+		+	+	+	+	+	+
5	Wakatobi	7	+	+		+		+	+	+	+
6	Kendari	8	+	+		+	+	+	+	+	+

Keterangan:
EA: *Enhalus acroides*, TH: *Thalassia hemprichii,* TC: *Thalassondendron ciliatum*, CR: *Cymodocea rotundata*, OS: *Oceana serrulata*, SI: *Syringodium isoetifolium*, HU: *Halodule uninervis*, HP: *Halodule pinifolia* dan H: *Halophila* spp.(Sumber: Rahmatika dkk 2022)



Gambar 4.1 Lamun spesies *Enhalus acroides* di pesisir Minahasa Utara, Sulawesi Utara (Foto: Ucu Y. Arbi, 2018)

4.1.1.2 Makroalga

Makroalga memiliki kontribusi besar terhadap keseimbangan dan kesehatan ekosistem pesisir (Handayani, 2021). Menurut Mushlihah dkk. (2021), makroalga berperan penting dari sisi ekologi maupun ekonomi. Dari segi ekologis, makroalga merupakan produser yang bermanfaat bagi kehidupan organisme herbivora (Ira dkk., 2018), menyediakan habitat bagi banyak biota laut, seperti krustasea, moluska, ekinodermata, ikan kecil dan lainnya, sedangkan dari sisi ekonomi, makroalga digunakan sebagai bahan makanan, bahan dasar kosmetik dan bahan baku obat (Jamilatun dkk., 2020). Secara umum di sekitar Sulawesi ditemukan sedikitnya 118 spesies makroalga dan dirasa akan bertambah jika dilakukan eksplorasi yang lanjutan di daerah pesisir sekitar Sulawesi. Perairan pesisir Pulau Mantehage, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara memiliki keragaman spesies paling tinggi dibanding lokasi lainnya, yaitu sebanyak 44 spesies (Gambar 4.2).



Gambar 4.2 Makroalga spesies *Boergesenia forbesii* (A) dan *Amphiroa fragilissima* (B) di perairan pesisir Bitung (Foto: Tri Handayani)

4.1.2
Keanekaragaman Flora Terestrial

Pulau Sulawesi dikelilingi oleh banyak pulau kecil dengan keanekaragaman flora yang belum sepenuhnya terungkap. Keanekaragaman flora dari beberapa pulau kecil yang menjadi bagian dari Sulawesi telah didokumentasikan, dan salah satunya adalah keanekaragaman flora Pulau Wawonii (Rugayah dkk 2015). Pulau Wawonii merupakan salah satu pulau kecil yang menjadi bagian dari Sulawesi Tenggara, dan dilaporkan terdapat 978 spesies tumbuhan yang tergolong dalam 141 suku (Rugayah dkk. 2015).

Terdapat 55 spesies flora endemik dari Sulawesi yang mempunyai *epithet* antara lain celebica, celebicum, celebensis, minahassae, torajiana, mekongensis, talaudensis, watuwilensis. Apabila dilihat dari keanekaragamannya, kelompok tumbuhan dan jamur makro yang memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi, menjadikan potensi untuk mendeskripsikan spesies baru dari Sulawesi penting untuk dieksplore lebih lanjut.Bagi masyarakat Sulawesi, kekayaan spesies flora dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, bahan bangunan, bahan obat dan kosmetika, bahan pembuatan alat transportasi, dan kayu bakar atau sumber energi.

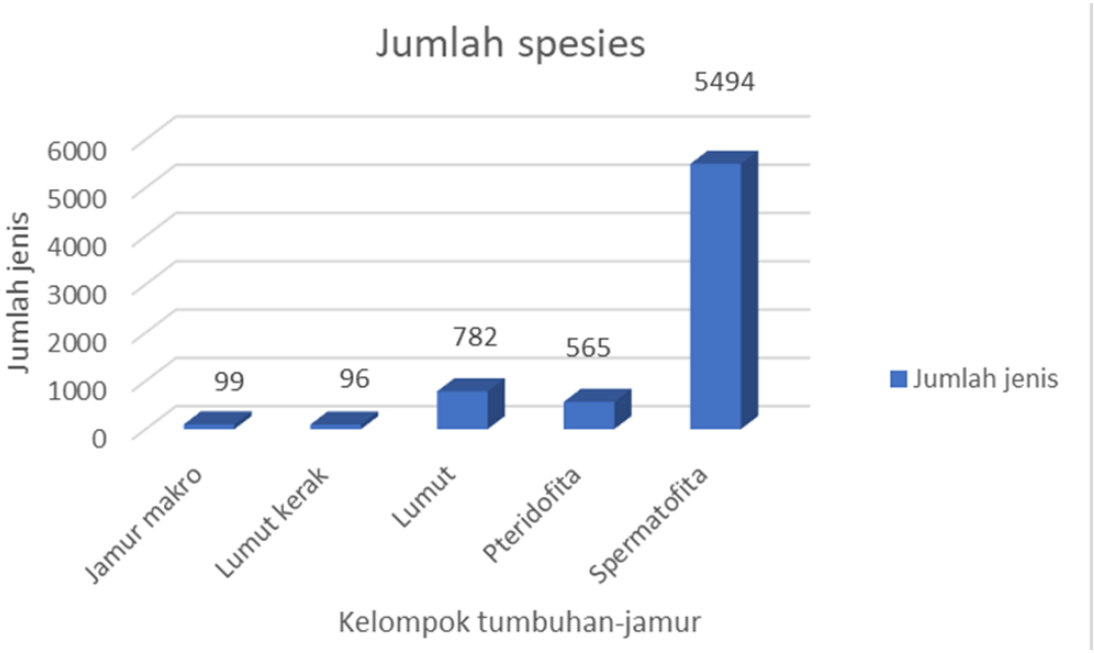
4.1.2.1
Keanekaragaman Spesies

Penelitian dan eksplorasi tumbuhan Sulawesi telah dimulai oleh Blume (1825-1827), Miquell (1855), dan Keβler et al. (2002), dan dilanjutkan dengan banyak informasi berbagai kontribusi peneliti-peneliti Indonesia sendiri. Sebanyak 81 spesies baru telah dideskripsikan dari Sulawesi dalam kurun waktu 2017-2021. Dari jumlah tersebut, 37 spesies baru dari ordo Lamiales (Eudicots) dan 10 spesies baru dari ordo Poales. Berdasarkan data status keanekaragaman hayati terkini, Sulawesi dihuni oleh 7.036 spesies tumbuhan dan jamur makro. Jumlah spesies ini menempatkan Sulawesi sebagai pulau kelima dengan jumlah spesies terbanyak, setelah Jawa, Kalimantan, Sumatra dan Papua

Tabel 4.2 Jumlah spesies dan distribusi tumbuhan dan jamur makro di Indonesia tahun 2021

Kelompok tumbuhan-jamur	Jumlah spesies tahun 2021	Jawa	Kalimantan	Maluku	LSI	Papua	Sulawesi	Sumatra
Jamur makro	871	658	147	87	77	62	99	259
Lumut kerak	615	396	57	30	35	33	96	98
Lumut	2.779	1.703	750	426	529	1.096	782	968
Pteridofit	1.639	509	636	309	470	591	565	739
Spermatofit	25.127	9.493	9.566	3.531	2.348	6.212	5.494	8.095
Jumlah total	31.031	12.759	11.156	4.383	3.459	7.994	7.036	10.159

Dari 7036 spesies tumbuhan dan jamur makro yang ada di Sulawesi, 5.494 spesies diantaranya adalah dari kelompok Spermatofita (Gambar 4.3). Dari jumlah Spermatofita tersebut, lebih dari setengahnya adalah kelompok Eudicots, yaitu kelompok kelompok tumbuhan yang ada dalam klasifikasi terbaru Angiosperm Phylogeny Group (APG) IV (2016). Berdasarkan klasifikasi terbaru tersebut, Angiosperma digolongkan ke dalam enam kelompok, yaitu Nymphaeales-Austrobaileyales, Magnoliids, Chloranthales, Monokotil, Ceratophyllales, dan Eudicots. Kelompok Nymphaeales-Austrobaileyales, Magnoliids, dan lineage Chloranthales-Ceratophyllales, yang dalam klasifikasi tradisional dikenal sebagai dikotil. Di Sulawesi, monokotil merupakan kelompok dengan jumlah spesies terbanyak kedua setelah Eudicots dengan jumlah 1665 spesies. Orchidaceae, Arecaceae, Poaceae, Cyperaceae, Zingiberaceae, dan Araceae adalah suku-suku dengan jumlah spesies terbanyak yang dapat ditemui di Sulawesi.



Gambar 4.3 Grafik jumlah spesies kelompok tumbuhan dan jamur di Sulawesi.

4.1.2.2 Pertelaan Spesies Baru

Spesies baru tumbuhan merupakan spesies yang dipertelakan dari suatu wilayah yang belum pernah diketahui sebelumnya, dan mempunyai ciri-ciri yang berbeda dengan spesies-spesies tumbuhan yang sudah dideskripsi. Melihat masih sedikitnya keanekaragaman spesies tumbuhan Sulawesi dibanding dengan pulau-pulau besar lainnya, pertelaaan spesies baru tumbuhan Sulawesi masih sangat dibutuhkan. Dalam kurun waktu 2017-2021 tercatat sebanyak 81 spesies baru yang di pertelaan dari Sulawesi, terutama dari kelompok Eudicots dan Monocots (Tabel 4.3). Pada kelompok jamur, tidak ada penambahan jumlah spesies baru di Sulawesi. Hal ini menunjukkan pentingnya pengungkapan diversitas kriptogam dan jamur makro dengan didukung oleh peneliti-peneliti yang menekuni di kelompok tersebut. Pada kelompok Eudicots jumlah spesies baru terbanyak dipertelakan dari ordo Lamiales, sedangkan dari Monocots dari ordo Poales.

Tabel 4.3 Jumlah spesies tumbuhan yang baru dipertelakan dari tahun 2017-2021 di Sulawesi

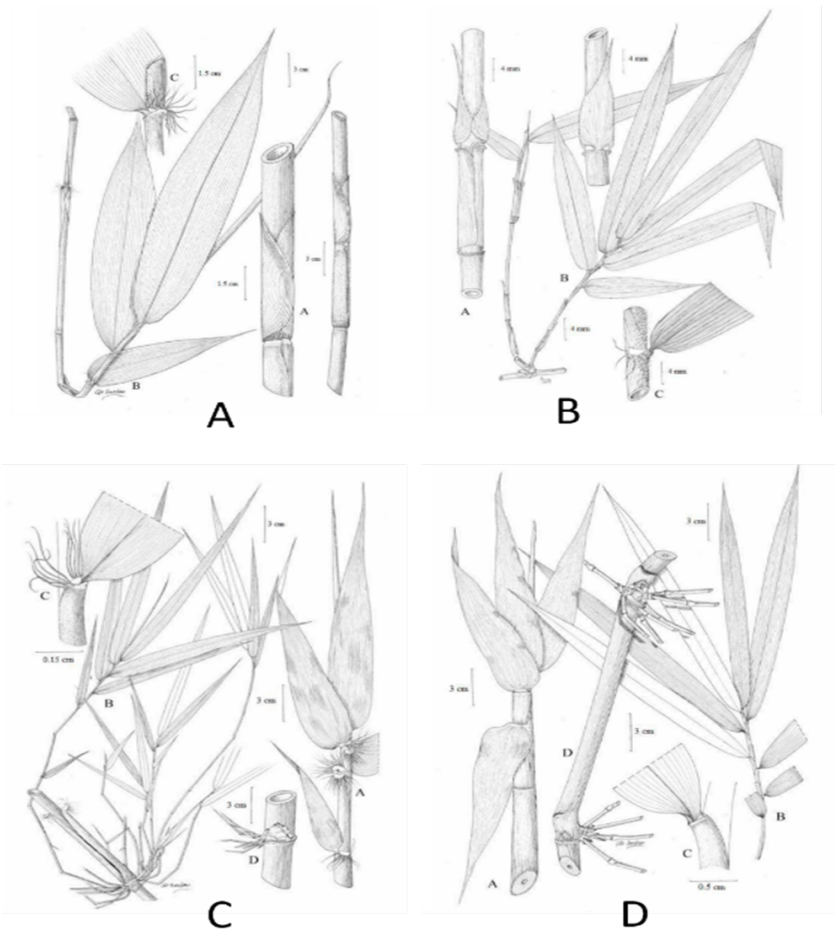
	Kelompok tumbuhan/jamur	Jumlah	Jawa	Kal.	Maluku	LSI	Papua	Sulawesi	Sumatra
Jamur	Agaricales	16	12	0	0	4	0	0	0
	Hymenochaetales	1	1	0	0	0	0	0	0
	Eurotiales	1	1	0	0	0	0	0	0
Spermatofit									
Magnoliids	Laurales	3	0	0	0	0	0	0	3
Eudicots	Ericales	6	0	0	0	0	1	3	2
	Lamiales	39	2	0	0	0	2	37	2
	Caryophyllales	1	0	0	0	0	0	0	1
	Gentinales	7	0	0	0	0	0	2	5
	Cucurbitales	49	0	18	2	7	0	17	5
	Malpighiales	11	0	2	5	1	2	2	3
	Malvales	2	0	2	0	0	0	0	0
	Myrtales	21	1	4	5	0	7	2	3
	Rosales	1	0	0	1	0	0	0	0
	Sapindales	1	0	0	0	0	1	0	0
Monocots	Alismatales	151	5	221	1	4	30	7	26
	Asparagales	9	2	2	1	0	3	0	1
	Dioscoreales	2	0	1	0	0	1	0	0
	Pandanales	1	0	1	0	0	0	0	0
	Arecales	8	1	4	2	0	2	1	7
	Poales	11	0	0	0	0	0	10	1
	Zingiberales	3	0	0	0	0	1	2	0

Sebanyak 37 spesies baru dari ordo Lamiales semuanya adalah marga Cyrtandra yang dikoleksi dari beberapa wilayah di Sulawesi, antara lain Sulawesi Tengah (Luwuk), Gorontalo (Gunung Boliohutu, Gunung Gambuta), Sulawesi Utara (Bolaang Mongondow; Mekongga) dan beberapa wilayah lainnya (Kartonegoro & Potter 2014; Kartonegoro dkk 2018). Selain Lamiales, 17 spesies baru *Begonia*, (*Begonia*ceae) telah dipertelakan dari Sulawesi pada tahun 2017-2021. Salah satu spesies baru tersebut adalah *Begonia tjiasmantoi* (Gambar 4.4) yang merupakan spesies endemik di Mamasa, Sulawesi Barat dengan status konservasi terancam punah (Ardi & Thomas, 2020). Thomas *et al*. (2013) melaporkan bahwa tercatat sebanyak 57 spesies *Begonia* yang ada di Sulawesi. Selain *Begonia*ceae, beberapa spesies dari suku lainnya yang dipertelakan dari Sulawesi adalah *Blumeodendron endocarpum* (Euphorbiaceae), *Actephila stipularis* (Phyllanthaceae), *Dissochaeta celebica* var. *longilobata* (Melastomataceae), dan *Syzygium tinombalum* (Myrtaceae).



Gambar 4.4
Spesies endemik dan baru, *Begonia tjiasmantoi*.

Dari kelompok monokotil, 10 spesies baru bambu (order Poales) dari Sulawesi dipertelakan pada tahun 2019, dengan sembilan spesies dari marga *Dinochloa, yaitu D. bungintimbensis; D. glabra; D. karaboensis; D. khoonmengii; D. kolakaensis; D. mekonggaensis; D. multibracheata; D. sessilifolia; D. wartabonei* dan satu spesies marga *Fimbribambusa* yaitu *F. soejatmiae.* Jumlah *Dinochloa* yang ditemukan di pulau Sulawesi sampai tahun 2019 sebanyak 19 spesies yang menjadikan Sulawesi sebagai pusat persebaran marga *Dinochloa* (Ervianti dkk. 2019; Gambar 4.5). Dari Araceae terdapat empat spesies baru yaitu *Aglaonema philippinense var. phillippense, Amorphophallus ardii, Homalomena passa* dan *Scindapsus cuscuaria.* Dua spesies baru dari Arecaceae yaitu *Calamus posoanus* dan *C. sandsii*. Dari Zingiberaceae terdapat dua spesies baru yaitu *Etlingera comosa* dan *E. tjiasmantoi*. Deskripsi spesies baru dari suku Araceae, Arecaceae, Poaceae, dan Zingiberaceae menambah informasi kehati monokotil yang ada di Sulawesi. Untuk kelompok jamur makro tidak terdapat spesies baru yang dideskripsikan dari Sulawesi.



Gambar 4.5 Spesies baru *Dinochloa* dari Sulawesi dengan menggunakan nama spesies yang merujuk pada lokasi pengambilan spesies. A. *D. bungintimbensis*, B. *D. mekonggensis*, C. *D. kolakaensis*, dan D. *D. wartabonei*

Pertelaan Beberapa Spesies Flora Endemik :

1 *Amorphophallus plicatus* Bok & H.J. Lam

Amorphophallus plicatus mempunyai ubi yang membulat dengan diameter sekitar 13 cm, tinggi sekitar 8 cm. Perbungaan dengan tangkai yang pendek sekitar 6 cm dan diameter 1 cm. Seludang melebar menggenta, panjang 18-25 cm, diameter 28-36 cm. Pangkal seludang bagian luar hijau muda dengan titik-titik putih; seludang dalam bagian bawah ungu. Tongkol duduk/melekat, lebih panjang daripada seludang, panjang 45-48 cm.

Spesies endemik Sulawesi Utara ini, ditemukan di Cagar Alam Panua dan Bolaang Mongondow. Habitat spesies ini adalah di hutan sekunder, terkadang di daerah terbuka dengan drainase yang bagus pada ketinggian 140 – 750 m dpl. Spesies ini status konservasinya terancam karena memiliki daerah penyebaran yang sangat sempit dan semakin menurun habitat alaminya (Yuzammi *et al.* 2017).

2 *Hopea celebica* Burck

Hopea celebica merupakan pohon berukuran sedang-besar, tinggi 40 m, diameter 100 cm, kadang berbanir. Batang berwarna sawo matang atau hitam kelabu, beralur banyak, mengelupas kecil-kecil, kulit bagian dalam putih sampai merah muda kekuningan. Damar putih sampai kuning pucat. Daun bundar telur-melanset, menjangat, tepi tergulung balik, ujung meruncing, pangkal agak tidak simetris, menumpul-membaji, panjang daun 15–20 cm, lebar 6–8 cm, sedikit mengkilap, agak kaku, urat daun sekunder 8–12 pasang, melengkung pada pinggir daun, kadang terdapat kelenjar (domatia) pada ketiak sekunder. Tangkai daun besar, panjang 1–2 cm. Bunga dan buah dalam susunan malai. Buah bersayap 2 besar dan 3 kecil; ukuran buah kecil; tulang pada sayap buah ada 7. Populasi tidak lebih dari 150 individu dengan kerapatan 3–5 individu/ha (Soerianegara & Lemmens, 1994).

Spesies endemik ini dikenal dengan nama Giam dengan banyak nama lokal di antaranya balau mata kucing, hulo dereh, kerih (Maros), hulodere, dammar derehitem, dammar derehitem lotang, bisik-bisik, rinni-rinni, sareh pareh, torinih (Malili), rode, dama'dere dan mata kucing (Sulawesi Selatan), jangkang putih (Sudarmonowati dkk., 2020).

3 *Knema celebica* de Wilde

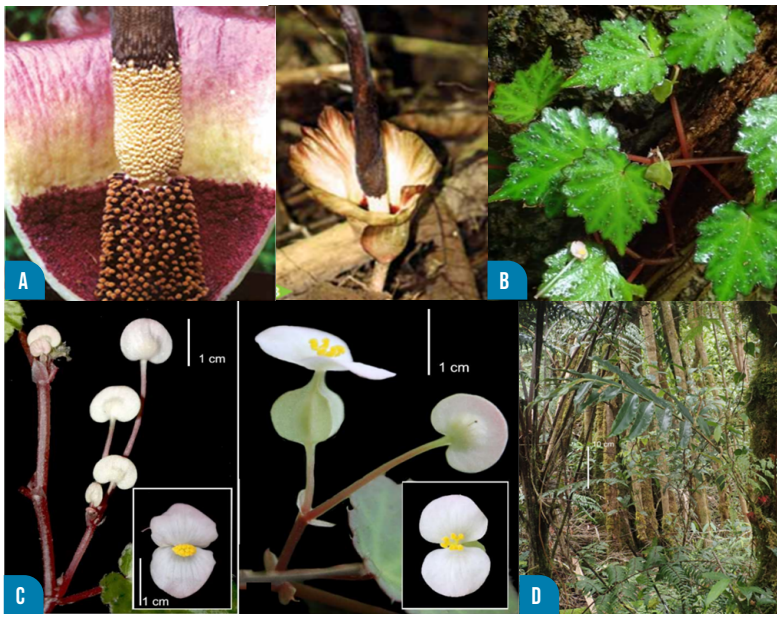
Pohon, tinggi hingga 10 m. Ranting kadang-kadang pipih, 2-4 mm dbh, halus, atau berbulu halus panjangnya 0.5 -1mm. Kulit batang halus. Daun kaku, melonjong 12-20 X 3-7 cm, ujung daun terpotong (ciri ini mudah dikenali di lapangan), dasar daun meniru, permukaan atas coklat gelap, permukaan bawah gundul, keabu-abuan. Perbungaan : soliter, muncul pada ketiak daun. Tangkai bunga 1-4 mm. Bunga memiliki bulu seperti karat yang tetap 0,5 -0,7 (-1) mm panjangnya, perhiasan bunga 3 cagak kemerahan bagian dalam. Buah 1 (atau 2) perbuahan jorong, 2-2,2 X 1,2-1,3 cm, dengan bulu-bulu seperti karat yang rapat 1-1,5 mm panjangnya. Perikarp kering tebal 1,5 mm (Pitopang dkk, 2013). Spesies ini merupakan endemik Sulawesi, terutama di bagian tengah seperti Cagar Alam Morowali, Soroako, Malili, Wosu.

4 *Sarcotheca celebica* Veldk.

Pohon kecil, termasuk kelompok asam-asam tinggi dapat mencapai 10 m, diameter batang (DBH) hingga 10 cm. Daun tunggal, berseling, jorong, panjang 4-8 cm, lembaran daun mendaging, lapisan atas ditutupi oleh lilin, tepi daun rata, ujung daun runcing. Buah bergaris 5, biji 1, buah masak warna merah muda berasa masam atau kecut, buah masak ungu berasa manis.Buah digunakan sebagai bahan penyedap, dimasak bersama ikan. Spesies ini sedang giat diteliti kemungkinannya sebagai tumbuhan penyerap nikel, sebagai agen dalam Fitomining(Pitopang dkk, 2013). Banyak tumbuh di daerah ultrabasa yang kaya dengan besi dan nikel seperti di Kabupaten Tojo Una-una, Cagar Alam Morowali, Petasia Kolonodale, dan areal PT INCO di Bahodopi dan Soroako (Luwu Timur).

5 *Rhododendron celebicum* (Blume) D.C.

Rhododendron celebicum adalah spesies tumbuhan anggota Ericaceae yang tumbuh sebagai semak dengan ciri batang bulat, permukaan kasar, berwarna coklat; daun tunggal, berkarang, 5 tangkai, panjang 6 cm, lebar 3,5 cm, pangkal runcing, ujung tumpul; perbungaan terminal, majemuk berbatas, terdiri atas 5-8 kuntum; bunga terjumbai, pedisel 2,3-2,5 cm, merah; kelopak miring; mahkota berlekatan, berbentuk tabung, permukaan mengkilat, 2,7 cm, merah muda; benang sari 8-10, tertancap pada bagian dasar mahkota, tangkai sari berberkas banyak, merah muda; kepala sari tegak, merah tua; putik tunggal; bakal buah menumpang. Buah kapsul, 3-3,5 cm, hijau bersisik coklat lebat, 5-8 buah (Masnawati dkk., 2017). *Rhododendron celebicum* dapat ditemukan di beberapa wilayah Sulawesi, antara lain Sulawesi Utara (Minahasa; G. Klabat), Sulawesi Tengah: (Poso), Sulawesi Selatan (G. Rantemario) ((Sleumer 1966) Brown *et al.*, 2000, Kartonegoro 2014).



Gambar 4.6
Spesies endemik Sulawesi: a) *Amorphophallus plicatus* (Foto: Wilbert Hetterscheid) b) *Begonia willemii* (Ardi dkk, 2021) c) Perbungaan keseluruhan *Begonia willemii* d) *Etlingera comosa* (Ardiani dkk, 2021)

4.1.2.3 Keanekaragaman Spesies

Sulawesi merupakan wilayah dengan spesies-spesies peralihan antara tumbuhan Asia dan Australia, dan merupakan area transisi zona Sunda dan Sahul. Posisi Sulawesi juga berada di antara garis Wallacea dan Weber. Keunikan wilayah Sulawesi dengan posisi yang strategis tersebut menjadikan pulau ini kaya akan spesies-spesies yang khas dan mempunyai

tingkat endemisitas tinggi. Endemisitas disebabkan karena keterisolasian tempat sehingga menciptakan rintangan geografis yang memisahkan satu spesies flora menjadi satu atau lebih subpopulasi. Pembatasan geografis pada akhirnya akan melahirkan isolasi reproduksi sehingga setiap subpopulasi akan mengembangkan karakter morfologi, fisiologi, dan perilaku sebagai bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungannya. Pemisahan yang berlangsung pada setiap subpopulasi ini pada akhirnya menghasilkan suatu spesies memisahkan diri menjadi satu atau lebih spesies yang berbeda atau suatu spesies memisahkan diri menjadi spesies baru yang berbeda dengan leluhurnya (Tallei *et al.,* 2016).

Informasi endemisitas tumbuhan di Sulawesi sudah diulas oleh Widjaja & Pratama (2013), dimana menyebutkan ada 292 spesies flora tumbuhan endemik Sulawesi (Tabel 11). Jumlah ini tentunya sudah meningkat bersamaan dengan temuan terbarunya. Spesies flora endemik Sulawesi tambahan antara lain adalah *Rhododendron eymae* Sleumer and *R. nanophyton* var. *nanophyton* Sleumer yang berstatus genting (Rahman & Rozak 2016). *Rhododendron* tersebut merupakan 2 diantara 29 spesies *Rhododendron* yang berada di Sulawesi (Argent, 2006; Gibbs *et al.,* 2011).

Tabel 4.4 Jumlah spesies tumbuhan endemik Sulawesi pada masing-masing suku

No.	Suku	Jumlah spesies
1	Acanthaceae	1
2	Apiaceae	4
3	Apocynaceae	10
4	Araceae	6
5	Araliaceae	6
6	Arecaceae	50
7	Aristolochiaceae	1
8	*Begonia*ceae	32
9	Boraginaceae	1
10	Burmanniaceae	1
11	Burseraceae	2
12	Celastraceae	3
13	Combretaceae	3
14	Convolvulaceae	3
15	Cunoniaceae	4
16	Cyperaceae	2
17	Dichapetalaceae	1
18	Dilleniaceae	4
19	Dioscoraceae	5
20	Dipterocarpaceae	1
21	Ebenaceae	1
22	Ericaceae	48
23	Fabaceae	1
24	Flocourtiaceae	1
25	Gesneriaceae	25
26	Gnetaceae	1
27	Icacinaceae	2
28	Leeaceae	1
29	Loganiaceae	2
30	Loranthaceae	2
31	Magnoliaceae	1
32	Malphigiaceae	1
33	Malvaceae	2
34	Melastomataceae	7
35	Meliaceae	2
36	Menispermaceae	1
37	Mimosaceae	3
38	Moraceae	9
39	Musaceae	1
40	Myristicaceae	9
41	Nepenthaceae	2
42	Orchidaceae	5
43	Oxalidaceae	1
44	Piperaceae	1
45	Poaceae	1
46	Polygalaceae	1
47	Proteaceae	5
48	Rubiaceae	2
49	Sapindaceae	5
50	Sapotaceae	1
51	Schisandraceae	1
52	Symplocaceae	2
53	Taccaceae	1
54	Thymelaceae	1
55	Tiliaceae	1
56	Verbenaceae	1
57	Viscaceae	1
Total		292

Sumber : (Widjaja & Pratama 2013).

Nama lokasi ditemukannya spesies tumbuhan ternyata sangat menarik bagi peneliti taksonomi untuk digunakan sebagai *epithet* nama. Tercatat ada 55 spesies endemik Sulawesi menggunakan epithet, nama yang menunjukkan Sulawesi sebagai asal nama spesies tumbuhan seperti celebica, celebicum, celebensis, ataupun nama kota atau daerah di Sulawesi seperti minahassae, torajiana, mekonggensis, talaudensis, watuwilensis.

4.1.2.4
Flagship Species / Spesies unggulan

Di dalam ekosistem dikenal beberapa spesies tumbuhan tertentu yang berperan dalam menentukan keseimbangan ekosistem. Diantara spesies tumbuhan tersebut ada yang dikenal sebagai *Flagship species*, sebagai perwakilan spesies yang dijadikan ikon. Tumbuhan ini ditetapkan karena merupakan spesies-spesies yang unik, menarik, dan sangat khas untuk daerah tertentu. Penggunaan spesies tumbuhan *flagship* / yang diunggulkan sebagai flora khas daerah telah dilakukan oleh provinsi-provinsi di seluruh Indonesia.

Beberapa Spesies Tumbuhan yang Menjadi *Flagship Species* di Sulawesi

1 *Diospyros celebica* Bakh.

Diospyros celebica merupakan anggota suku Ebenaceae (Eboni-ebonian) yang dikenal sebagai kayu hitam. Diantara spesies-spesies eboni, *D. celebica* merupakan spesies yang paling banyak disukai orang (Sunaryo 2002). Sebagai salah satu spesies endemik Sulawesi, penggunaan *D. celebica* sebagai bahan baku unggulan kerajinan tangan, mebel, dan bahan bangunan harus dimanfaatkan secara berkelanjutan. Spesies ini dikenal sebagai Flora Khas Sulawesi Tengah

Nama lokal:

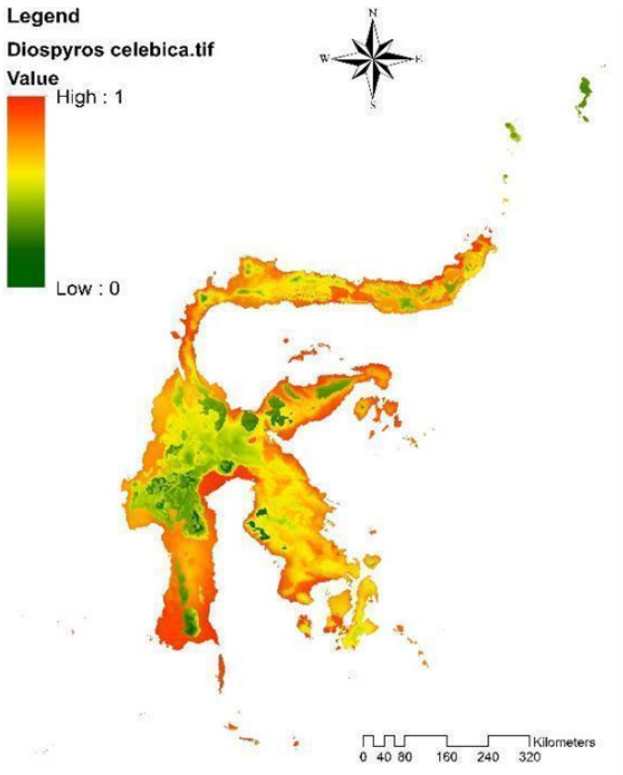
Nama lokal kayu eboni di antaranya adalah kayu itam, toetandu, sora, aju lotong, dan kayu maitong.

Pemanfaatan:

Kayu eboni atau kayu hitam Sulawesi dikenal baik di dalam maupun di luar negeri karena memiliki kelas kuat dan kelas awet satu serta corak dan warna kayu terasnya yang khas, hitam kecokelatan bergaris. Kayu ini sangat disukai oleh konsumen baik untuk furniture maupun untuk ukiran. Hal ini menjadikan eboni sebagai salah satu spesies kayu mewah fancy wood yang dimiliki Indonesia. Karena termasuk kayu mewah, eboni banyak dicari dan diperdagangkan sehingga memicu terjadinya penebangan liar yang menyebabkan kayu ini semakin langka di habitat aslinya.

Persebaran:

Daerah persebaran utama eboni adalah di Sulawesi Tengah. Meskipun demikian, eboni dapat juga ditemui di daerah selatan yaitu Luwu Timur, Sidrap, Barru, Maros, dan Gowa (Sulawesi Selatan), Poso, Parigi, and Donggala Regency (Sulawesi Tengah) dan juga di perbatasan Sulawesi Tengah dengan Gorontalo. Hasil permodelan Distribusi Spesies (*Species distribution model* /SDM) menunjukkan *Diospyros celebica*, berpotensi ditemukan di wilayah Sulawesi Tengah dan Sulawesi Selatan (Gambar 4.7).



Gambar 4.7
Hasil model peta sebaran spesies (*Species distribution model*) menggunakan *Maximum Entrophy* untuk spesies *Diospyros celebica* di Sulawesi (Sutomo dkk, 2023 *In prep.*)

2 *Agathis celebica* Warb.

Agathis celebica. merupakan salah satu dari spesies marga Agathis (Araucariaceae) yang berjumlah sekitar 21 spesies yang bercirikan pohon dengan batang besar. Agathis mampu tumbuh di hutan tropis dan juga di hutan beriklim sedang dan sejuk.

Nama lokal:

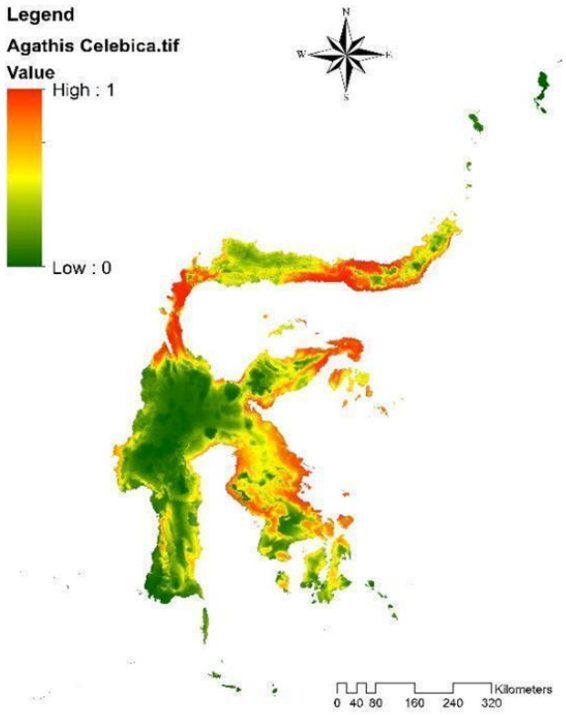
Damar, agatis, kauri

Pemanfaatan:

Kayu damar digunakan untuk papan bawah atap rumah dan getahnya banyak digunakan untuk produksi kosmetik, tekstil, tinta, kaca, korek api, dupa. Getahnya diolah menjadi kopal. Kopal merupakan bahan dasar untuk membuat cairan pelapis kertas agar tinta tidak menyebar. Selain itu, pemanfaatannya juga digunakan untuk penambal gigi dan plester, serta campuran lak dan vernis.

Distribusi

Sulawesi, Jawa, Maluku. Hasil permodelan Distribusi Spesies menunjukkan sebaran *Agathis celebica* adalah Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah dan menyebar hingga Sulawesi Tenggara (Gambar 4.8).



Gambar 4.8
Hasil *Species distribution model* menggunakan *Maximum Entrophy* untuk spesies *Agathis celebica* di Pulau Sulawesi (Sutomo dkk, 2023 *In prep.*)



3 *Agathis dammara* (Dum.Cours.) Poir.

Agathis dammara merupakan salah satu pohon penghasil resin yang diolah menjadi kopal. Beberapa produk yang berbahan dasar kopal antara lain produk-produk industri seperti lilin, cat, dan karet. Pohon asli Indonesia anggota Gymnospermae ini banyak dimanfaatkan juga sebagai pohon peneduh.

Nama lokal:

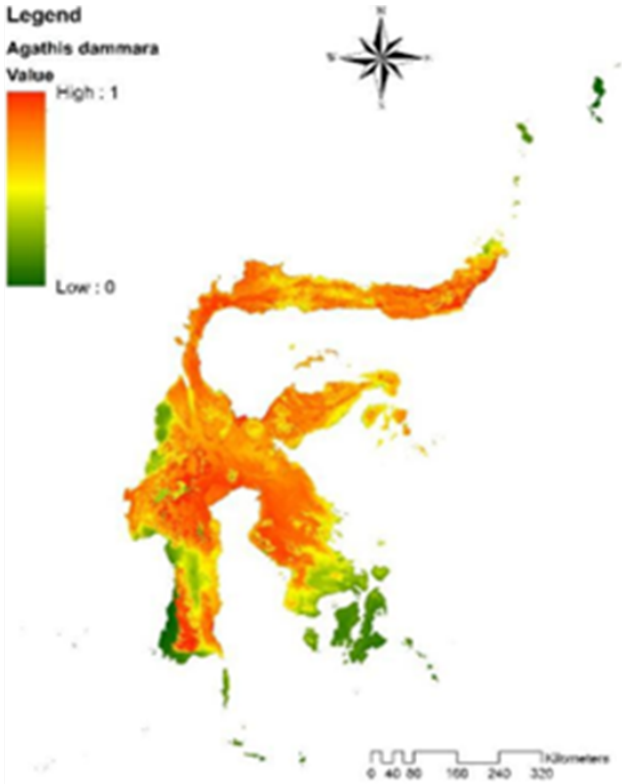
Damar raja, kisi (Buru), salo (Ternate), dayungon (Samar). Juga ki damar (Sunda), dama, damaa, damah, damahu, rama, marama puti (aneka bahasa di Sulut), koano, kolano, moleauno (Halmahera), dan lain-lain.

Pemanfaatan:

Di Jawa, tumbuhan ini dibudidayakan untuk diambil getah atau hars-nya. Getah damar ini diolah untuk dijadikan kopal. Resin damar dihasilkan dari kulit atau pepagan yang terluka, baik secara sengaja maupun tidak. Resin tersebut dapat diproduksi sebagai kosmetik, pewarna tekstil, cat, tinta, kaca, korek api, dupa, dan sebagainya (Rimbakita.com). Pohon damar juga disukai sebagai tumbuhan peneduh taman dan tepi jalan (misalnya di sepanjang Jalan Dago, Bandung). Tajuknya tegak meninggi dengan percabangan yang tidak terlalu lebar.

Distribusi

Jawa, Maluku, Sulawesi, hingga Palalawan dan Samar di Filipina. Hasil permodelan Distribusi Spesies menunjukkan sebaran *Agathis dammara* adalah hampir di semua bagian Sulawesi (Gambar 4.9).



Gambar 4.9
Hasil *Species distribution model* menggunakan *Maximum Entrophy* untuk *Agathis dammara* di Pulau Sulawesi (Sutomo dkk, 2023 *In prep.*)



Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung
(Sumber: Mapala Silvagama)

4 *Antidesma celebicum* Miq.

Antidesma celebicum. yang dikenal dengan kayu tuah merupakan anggota suku Phyllantaceae. *Antidesma* merupakan salah satu marga yang banyak dijumpai di hutan tropis, dan salah satu spesies *Antidesma* yang banyak tersebar di kawasan Asia Tenggara adalah *Antidesma celebicum*.

Nama lokal:

Kayu Tuah

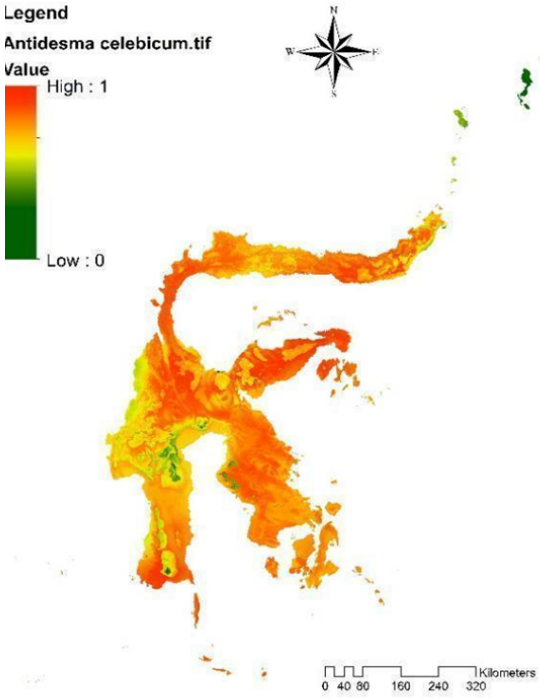
Pemanfaatan:

Ekstrak daun dapat digunakan untuk antidiabetes (Pratiwi, dkk., 2022)

Distribusi:

Sulawesi Utara, pada sekitar 2.300 m dpl (Kessler *et al*.2002), Maluku, Lesser Sunda Islands (Timor).

Hasil identifikasi dari SDM *Antidesma celebicum* hampir tersebar secara merata di seluruh bagian Sulawesi (Gambar 4.10).



Gambar 4.10
Hasil *Species distribution model* menggunakan *Maximum Entrophy* untuk spesies *Antidesma celebicum* di Sulawesi (Sutomo dkk, 2023 *In prep.*)

5 *Ardisia celebica* Scheff.

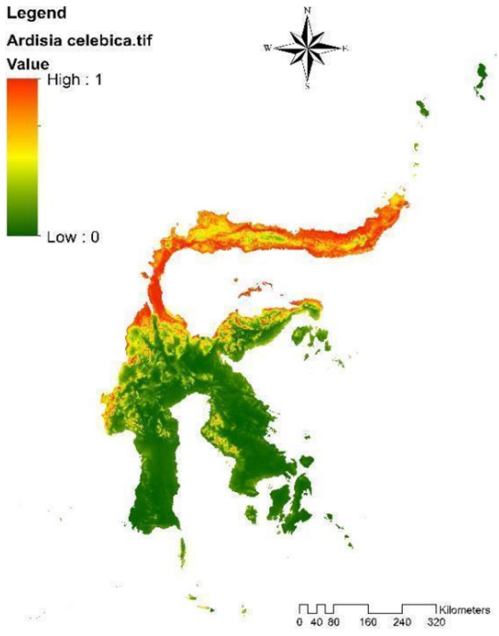
Ardisia celebica Scheff. merupakan tumbuhan asli Sulawesi dan bagian dari suku Primulaceae. Marga Ardisia memiliki sekitar 400-500 spesies yang tersebar di Asia, Australia, dan Amerika. Di Sulawesi, *Ardisia celebica* ditemukan hanya tumbuh di Sulawesi Utara (Keßler *et al*. 2002).

Pemanfaatan:

Kayunya dimanfaatkan untuk bahan konstruksi bangunan; kulit batang dan daun dijadikan sebagai obat (Tallei, dkk. 2016).

Distribusi:

Sulawesi Utara. Berdasarkan peta *Species distribution model* (Gambar 4.11), tingkat kesesuaian habitat *Ardisia celebica* di atas 0,7, terlihat mengelompok di wilayah bagian utara Pulau Sulawesi atau hanya sekitar 20% luas pulau (3,67 juta ha).



Gambar 4.11
Hasil *Species distribution model* menggunakan *Maximum Entrophy* untuk spesies *Ardisia celebica* di Pulau Sulawesi (Sutomo dkk, 2023 *In prep.*)

Species Distribution Model

Pemodelan distribusi spesies adalah teknik yang digunakan untuk memahami distribusi spasial spesies di suatu wilayah. Pemodelan distribusi spesies dapat menjadi alat yang berguna untuk memahami distribusi dan ketergantungan spesies terhadap lingkungannya. Di Sulawesi dan Sumatra, pemodelan distribusi spesies dapat membantu dalam beberapa cara :

- Identifikasi daerah konservasi yang penting: Pemodelan distribusi spesies dapat membantu mengidentifikasi daerah konservasi yang penting dan mendesain strategi konservasi yang efektif. Dengan mengetahui distribusi spesies terancam di wilayah tersebut, kita dapat menentukan daerah-daerah yang memerlukan perlindungan khusus dan mengembangkan rencana pemulihan spesies yang terancam. Pengembangan strategi pengelolaan: Pemodelan distribusi spesies dapat membantu pengembangan strategi pengelolaan habitat spesies yang lebih efektif. Misalnya, jika kita mengetahui bahwa spesies tertentu membutuhkan ketersediaan air yang tinggi, kita dapat merancang strategi pengelolaan yang mempertahankan air di daerah-daerah tersebut.
- Prediksi perubahan lingkungan: Pemodelan distribusi spesies dapat membantu dalam memprediksi bagaimana perubahan lingkungan dapat mempengaruhi distribusi spesies di masa depan. Dengan memahami bagaimana spesies tergantung pada lingkungannya, kita dapat memprediksi dampak dari perubahan iklim atau perubahan penggunaan lahan dan merancang strategi adaptasi.
- Pemantauan keanekaragaman hayati: Pemodelan distribusi spesies dapat membantu dalam pemantauan keanekaragaman hayati di wilayah tersebut. Dengan memahami distribusi spesies, kita dapat melacak perubahan keanekaragaman hayati di wilayah tersebut dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk menjaga keberlanjutan keanekaragaman hayati tersebut.
- Pemodelan distribusi spesies atau kesesuaian habitat dapat membantu memahami tingkat kerentanan spesies terhadap perubahan lingkungan. Dengan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi spesies dan kesesuaian habitatnya, dapat ditenttukan bagaimana perubahan lingkungan dapat mempengaruhi spesies dan mengembangkan strategi konservasi yang lebih baik untuk mengatasi perubahan tersebut.

4.1.2.5
Spesies Baru Kriptogam dan Jamur Makro

Kriptogam adalah tumbuhan yang bereproduksi dengan spora dan tidak memiliki bunga atau biji yang terdiri atas lumut dan paku. Untuk kriptogram dan jamur makro, keduanya masih merupakan kelompok minoritas dalam ilmu pengetahuan dengan jumlah di dunia yang sangat konservatif sekitar 2000 spesies. Jumlah lumut Sulawesi yang telah teridentifikasi baru 782 spesies, sedangkan paku berjumlah 565 spesies. Tidak diketahui berapa perkiraan jumlah spesies lumut dan paku di Sulawesi. Tidak berbeda dengan lumut dan paku, jumlah spesies jamur makro di Sulawesi juga masih tergolong rendah, yaitu tercatat baru 99 spesies. Dari kurun waktu 2017-2021 terdapat rekaman baru lumut sebanyak 57 spesies, 3 spesies diantaranya dilaporkan berasal dari Sulawesi. Pada area yang belum pernah dilakukan penelitian jamur makro, menunjukkan bahwa hampir 30% dari spesies- spesies yang ditemukan merupakan spesies baru.

4.2 FAUNA

4.2.1 Kekayaan dan Keanekaragaman Fauna Laut

Fauna laut di perairan sekitar Sulawesi terdiri atas fauna vertebrata (bertulang belakang) dan invertebrata (tak bertulang belakang). Fauna vertebrata berupa mamalia laut seperti paus, lumba-lumba dan dugong, yang ditemukan sebanyak 21 spesies. Vertebrata laut lainnya adalah ikan (pisces) yang tercatat sebanyak 900 spesies. Fauna invertebrata laut dari pesisir pulau Sulawesi yang dibahas dalam buku ini yaitu knidaria (terumbu karang), echinodermata, krustasea, dan moluska.

4.2.1.1 Mamalia

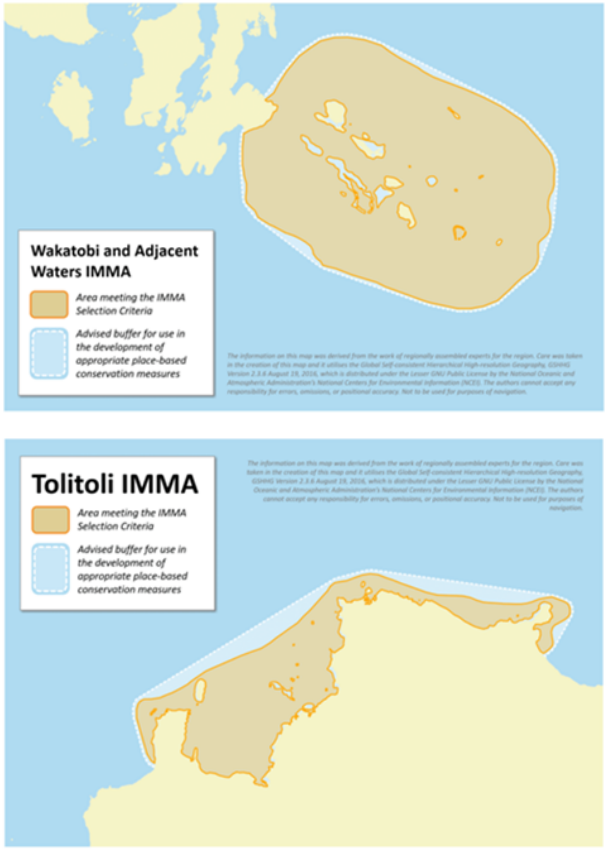
Di wilayah perairan Sulawesi ada 21 spesies mamalia laut yang pernah tercatat dan 17 spesies diantaranya tercatat pernah terdampar selama kurun waktu 1996-2021 dengan jumlah 67 kasus. Lokasi yang paling banyak ditemukan laporan keterdamparan mamalia laut adalah Sulawesi Utara dan Sulawesi Selatan dengan spesies yang paling sering terdampar adalah dugong (*Dugong dugon*) dan paus sperma (*Physeter macrocephalus*; Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Informasi spesies dan lokasi keterdamparan mamalia laut

No	Spesies	Nama Umum	Catatan	Terdampar	Lokasi Terdampar
	Bangsa Sirenia			0	
1	*Dugong dugon*	Duyung	ada	24	Sulawesi Utara (8), Sulawesi Tengah (6), Sulawesi Selatan (5), Sulawesi Barat (4), Sulawesi Tenggara(1)
	Bangsa Cetartiodactyla			0	
2	*Balaenoptera acutorostrata*	Common minke whale	tidak ada	1	Sulawesi Utara (1)
3	*Balaenoptera edeni*	Pygmy bryde's whale	ada	1	Sulawesi Utara (1)
4	*Balaenoptera musculus*	Blue whale	ada	0	
5	*Globicephala macrorhynchus*	Short-finned pilot whale	tidak ada	6	Sulawesi Utara (4), Sulawesi Tenggara(1), Sulawesi Tengah (1)
6	*Grampus griseus*	Risso's dolphin	ada	3	Gorontalo (1), Sulawesi Utara (1), Sulawesi Selatan (1)
7	*Kogia sp.*		tidak ada	1	Sulawesi Utara (1)
8	*Lagenodelphis hosei*	Fraser's dolphin	ada	0	
9	*Mesoplodon ginkgodens*	Gingko-toothed beaked whale	ada	0	
10	*Orcinus orca*	Killer whale	ada	1	Sulawesi Utara (1)
11	*Peponocephala electra*	Melon-headed whale	ada	1	Sulawesi Barat (1)

No	Spesies	Nama Umum	Catatan	Terdampar	Lokasi Terdampar
12	*Physeter macrocephalus*	Sperm whale	ada	10	Sulawesi Utara (5), Sulawesi Tenggara (3), Sulawesi Barat (1), Sulawesi Selatan (1)
13	*Pseudorca crassidens*	False killer whale	tidak ada	3	Sulawesi Utara (2), Sulawesi Selatan (1)
14	*Stenella attenuata*	Pantropical spotted dolphin	ada	1	Sulawesi Selatan (1)
15	*Stenella coeruleoalba*	Striped dolphin	tidak ada	1	Sulawesi Utara (1)
16	*Stenella longirostris*	Spinner dolphin	ada	4	Sulawesi Tenggara (2), Sulawesi Utara (1), Sulawesi Selatan (1)
17	*Steno bredanensis*	Rough-toothed dolphin	tidak ada	2	Sulawesi Selatan (1), Sulawesi Barat (1)
18	*Tursiops aduncus*	Indo-pacific bottlenose dolphin	tidak ada	2	Sulawesi Selatan (1), Sulawesi Tenggara (1)
19	*Tursiops truncatus*	Common bottlenose dolphin	ada	0	
20	*Tursiops sp.*	Bottlenose dolphin	tidak ada	1	Sulawesi Selatan (1)
21	*Ziphius cavirostris*	Cuvier's beaked whale	tidak ada	2	Sulawesi Utara (1), Sulawesi Tengah (1)
	Balaenopteridae		ada	3	Sulawesi Tengah (2), Sulawesi Tenggara(1)
Total kasus				67	

Dalam ekoregion perairan Sulawesi telah terdaftar dua area penting untuk mamalia laut dan dinyatakan sebagai *Important Marine Mammals Area* (IMMA). IMMA adalah suatu area yang telah diidentifikasi sebagai area penting bagi mamalia laut, yang dapat diajukan dalam pengaturan pengawasan atau upaya konservasi oleh pemerintah. IMMA yang pertama adalah kawasan perairan Wakatobi, Sulawesi Tenggara, yakni paling sedikit 11 spesies mamalia laut memanfaatkan perairan tersebut. Diantara 11 spesies tersebut adalah lumba-lumba pemintal (*Stenella longirostris*), dan paus sperma yang memiliki habitat pada area dengan channel dasar laut. IMMA yang kedua adalah kawasan perairan Tolitoli, Sulawesi tengah (Gambar 4.12). Perairan Toli-toli adalah habitat penting bagi duyung (*Dugong dugon*). Pada survey *Dugong and Seagrass Conservation Project (*DSCP) di tahun 2016, terdokumentasi sekelompok duyung remaja yang melakukan perkawinan dan menandai arti penting kawasan perairan tersebut sebagai *mating area* (Gambar 4.12). Perkawinan pada duyung adalah perkawinan polyandrus yaitu satu ekor betina dapat dibuahi lebih dari satu ekor pejantan. Pada kawasan perairan Tolitoli juga ditemukan bukti-bukti adanya jejak makan duyung (*feeding trails*) yang menandakan area tersebut merupakan area sangat penting sebagai tempat mencari makan bagi populasi duyung disana (Gambar 4.13).



Gambar 4.12 Area penting untuk mamalia laut perairan Wakatobi, Sulawesi Tenggara (atas) dan Tolitoli, Sulawesi Tengah (bawah) (Sumber: https://www.marinemammalhabitat.org/)



Gambar 4.13
Perkawinan duyung antara seekor betina (kiri jauh) dan tiga jantan muda di sekitar Pulau Lingayan, Sulawesi Tengah (foto kiri); Jejak makan duyung di habitat lamun di Desa Jaleje, Sulawesi Tengah (DSCP, 2016).

4.2.1.2 Pisces

Perairan sekitar Pulau Sulawesi memiliki ekosistem terumbu karang yang tumbuh dan tersebar dengan kondisi bervariasi dari jelek hingga baik terutama di gugusan pulau-pulau kecil seperti Kepulauan Spermonde, Selayar, Taka Bonerate, Buton, Wakatobi, Banggai, Togean, Kumeke, Sangihe dan Talaud (Hadi dkk., 2018). Kondisi ini menjadikan wilayah ini memiliki keanekaragaman ikan karang yang relatif tinggi yaitu sekitar 900 spesies di Taman Nasional Bunaken dan 820 spesies di Kepulauan Banggai dan Togean (Allen & Erdmann, 2012; Gambar 4.14). Allen & Adrim (2003) dan Allen & Erdmann (2012) melaporkan setidaknya ada tujuh spesies ikan karang endemik di wilayah Sulawesi bagian utara yaitu di Kepulauan Togean (lima spesies: *Cirrhilabrus aurantidorsalis, Ecsenius caeruliventris, Meiacanthus* sp., *Paracheilinus togeanensis, Plesiops facicavus)* dan Banggai (dua spesies: *Meiacanthus vicinus, Pterapogon kauderni*). Hingga saat ini, catatan distribusi baru terutama spesies ikan laut dalam masih banyak ditemukan dari perairan Selat Lembeh dan Bunaken (Yalindua dkk., 2020; Teguh Peristiwady pers. comm.). Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies ikan di wilayah ini tinggi dan belum sepenuhnya terungkap.

Pterapogon kauderni (*Banggai Cardinal Fish*) merupakan ikan yang sangat populer di kalangan pecinta ikan hias dunia. Secara alami persebaran ikan ini terbatas di perairan Kepulauan Banggai dan sekitarnya. Namun dikarenakan adanya pelepasliaran di wilayah lain sebagai akibat dari perdagangan ikan hias, saat ini persebarannya meluas meliputi: beberapa lokasi di Pulau Sulawesi (Teluk Luwuk, Teluk Palu, Selat Lembeh, Teluk Kendari); Pulau Maitara, Halmahera; Teluk Ambon; Pulau Buton; Perairan Sekotong, NTB; Pulau Bali; Perairan Banyuwangi, Jawa Timur; Kepulauan Seribu, Jakarta; Teluk Lampung; dan Pulau Batam (Arbi dkk., 2022). Meskipun demikian, status konservasi *P. kauderni* saat ini adalah *Endangered* (Allen & Donaldsen, 2007).

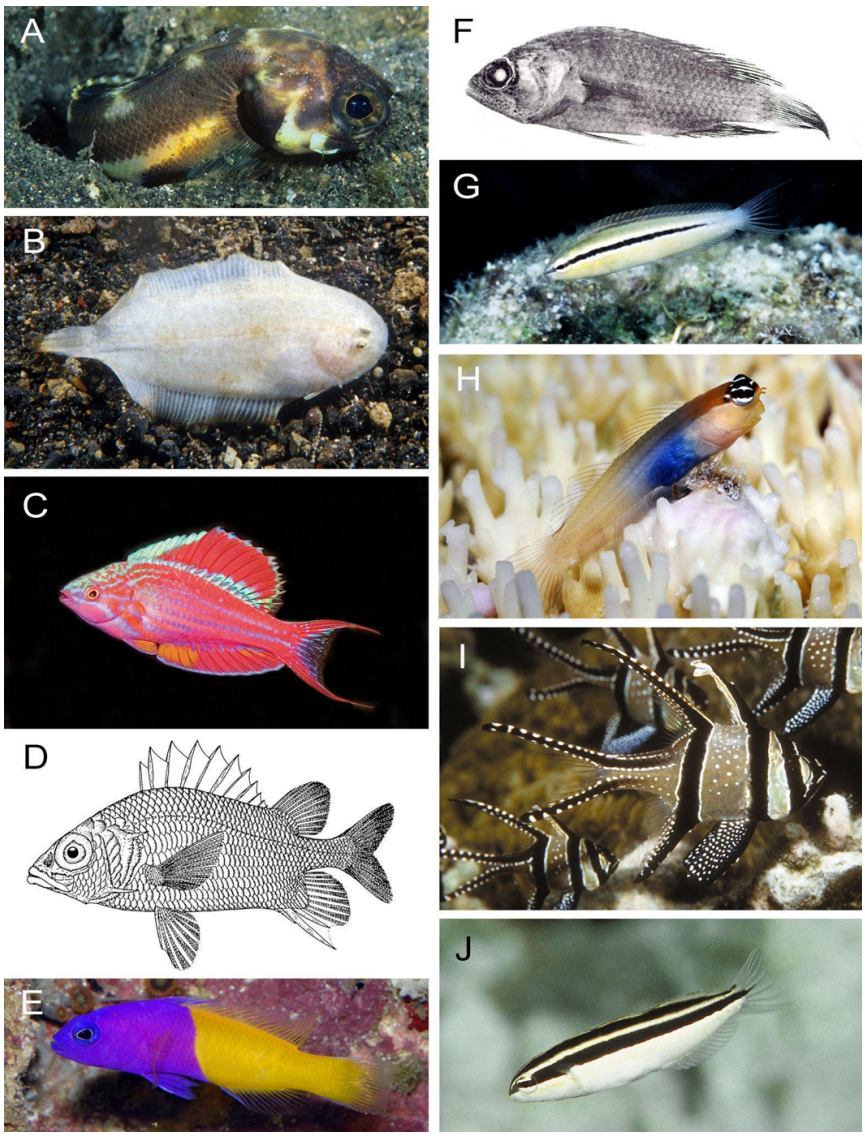
Perairan Sulawesi Utara merupakan habitat penting bagi ikan Coelacanth *Latimeria menadoensis*, atau yang dikenal sebagai Ikan Raja Laut. Spesies ini merupakan salah satu dari dua spesies ikan fosil hidup marga Latimeria yang masih bertahan, yakni *L. menadoensis* di perairan Sulawesi Utara dan Biak, serta *L. chalumnae* di Afrika Selatan. Populasi Ikan Raja Laut saat ini tercatat sekitar 30 individu dan cenderung menghuni habitat dengan karakteristik batuan besar serta kemiringan terjal pada kedalaman 115-218 meter (Iwata *et al.,* 2019).

Selain itu, perairan Sulawesi Utara, khususnya Selat Makassar hingga Laut Flores di bagian selatan Pulau Sulawesi, juga menjadi habitat penting bagi ikan terbang (Exocoetidae). Telur ikan terbang, terutama dari spesies *Hirundichthys oxycephalus*, sangat diminati dan bernilai ekonomis tinggi bagi nelayan setempat. Namun, pengambilan telur yang intensif dan berlebihan menyebabkan statusnya mengarah pada *recruitment overfishing*. Untuk mengatasi hal ini, Kementerian Kelautan dan Perikanan menerbitkan Kepmen KP Nomor 96 tahun 2016 tentang Rencana Pengelolaan Perikanan Ikan Terbang.

Perairan Sulawesi juga memiliki keanekaragaman hayati

yang tinggi, salah satunya sebagai habitat dan kawasan agregasi hiu paus (*Rhincodon typus*). Berdasarkan catatan, hiu paus telah terlihat di beberapa lokasi, seperti Sulawesi Tengah dan Gorontala (Himawan dkk., 2017). Selain itu, terdapat juga laporan tentang hiu paus yang terdampar atau terjerat jaring di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Utara (Nugraha dkk., 2020). Spesies ini telah dilindungi sepenuhnya melalui Kepmen KP Nomor 18 Tahun 2013, sehingga pemanfaatan dan perdagangan hiu paus serta produk olahannya dilarang di Indonesia. Meskipun demikian, keberadaan hiu paus ini menjadi daya tarik wisata yang signifikan bagi masyarakat, baik domestik maupun mancanegara.

Untuk perairan di sekitar Pulau Sulawesi juga merupakan lokasi penting bagi ditemukannya larva ikan sidat. Ikan sidat merupakan kelompok ikan yang bermigrasi secara katadromous, yaitu mengawali hidati di laut, bermigrasi ke perairan tawar untuk tumbuh menjadi sidat dewasa, dan kembali ke laut untuk melakukan pemijahan. Setidaknya terdapat lima spesies larva sidat yang telah dilaporkan ada di perairan Sulawesi, yaitu *Anguilla celebesensis, A. borneensis, A. marmorata, A. bicolor pacifica, dan A. interioris.* Laut Sulawesi diketahui sebagai lokasi pemijahan bagi *A. borneensis* dan *A. celebesen*sis, sedangkan Teluk Tomini menjadi lokasi pemijahan bagi *A. celebesen*sis (Aloyama *et al.,* 2018).



Gambar 4.14
Ikan karang endemik perairan Pulau Sulawesi. A *Stalix* sp. (S. Michael), B *Aseraggodes albidus* (Foto:J. Randall), *C Paracheilinus togeanensis* (Foto:N. Deloach), *D Sargocentron shimizui* (Randall, 1998), *E Pictichromis* dinar (Foto:S. Michael), *F Plesiops facicavus* (Mooi, 1995), *G Meiacanthus sp.* (Foto:G. Allen), H *Ecsenius caeruliventris* (Foto:G. Allen), I *Pterapogon kauderni* (G. Allen), J *Meiacanthus vicinus* (Foto: G. Allen).

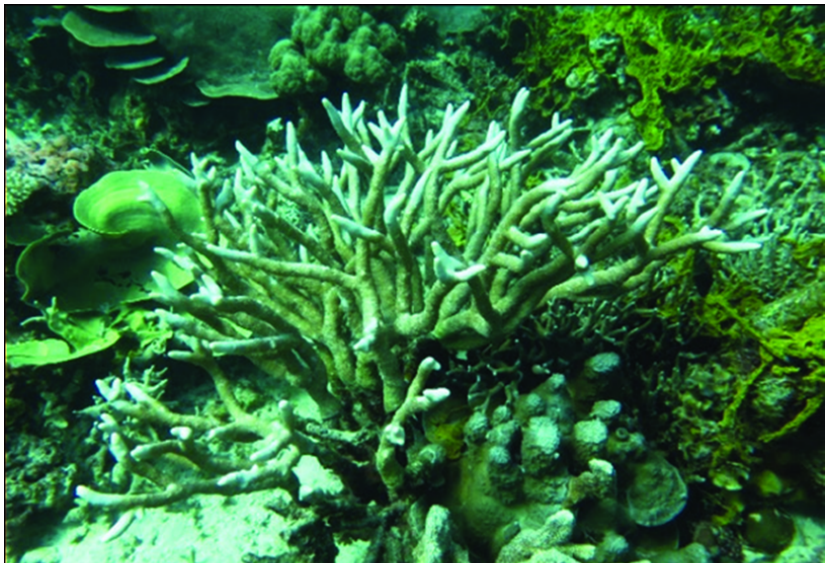
4.2.1.3
Knidaria

Secara umum keanekaragaman karang di Teluk Tomini dan Laut Banda cukup tinggi, mencapai 245 spesies dari 19 suku (Tabel 4.6). Wilayah ini merupakan bagian dari segitiga terumbu karang dunia (*coral triangle area*). Sementara itu, jumlah spesies karang yang ditemukan di lokasi lain menunjukkan jumlah yang lebih besar. Jumlah spesies karang di Taman Nasional Taka Bonerate mencapai 397 spesies dari 70 marga dan 18 suku (Suyarso dkk., 2019), sedangkan di Wakatobi diketahui ada 297 spesies karang (Tuti dkk., 2018). Teluk Tomini, memiliki 212 spesies karang yang mengindikasikan keanekaragaman yang tinggi, bahkan di kepulauan tersebut terdapat spesies yang endemik, yaitu *Isopora togianensis* (Sari dkk., 2018; Gambar 4.15). Spesies karang endemik lainnya yang ditemukan di perairan Sulawesi adalah *Indophyllia macassarensis.*

Tabel 4.6 Jumlah spesies karang di Teluk Tomini dan Laut Banda

Nama Suku	Jumlah Spesies	Wilayah Perairan
Acroporidae	53	Teluk Tomini, Laut Banda
Agariciidae	15	Teluk Tomini, Laut Banda
Astrocoeniidae	2	Teluk Tomini
Dendrophyllidae	3	Teluk Tomini, Laut Banda
Euphyllidae	13	Teluk Tomini, Laut Banda
Faviidae	33	Teluk Tomini, Laut Banda
Fungiidae	31	Teluk Tomini, Laut Banda
Leptastreidae	2	Teluk Tomini
Merulinidae	16	Teluk Tomini, Laut Banda
Mussidae	13	Teluk Tomini, Laut Banda
Oculinidae	8	Teluk Tomini
Pectinidae	9	Teluk Tomini, Laut Banda
Plesiastreidae	1	Teluk Tomini
Pocilloporidae	10	Teluk Tomini
Poritidae	26	Teluk Tomini, Laut Banda
Siderasteridae	5	Teluk Tomini
Trachyphyllidae	1	Laut Banda
Milleporidae	3	Teluk Tomini
Helioporidae	1	Teluk Tomini

Sumber: (Hadi dkk., 2020; Sari dkk., 2018)



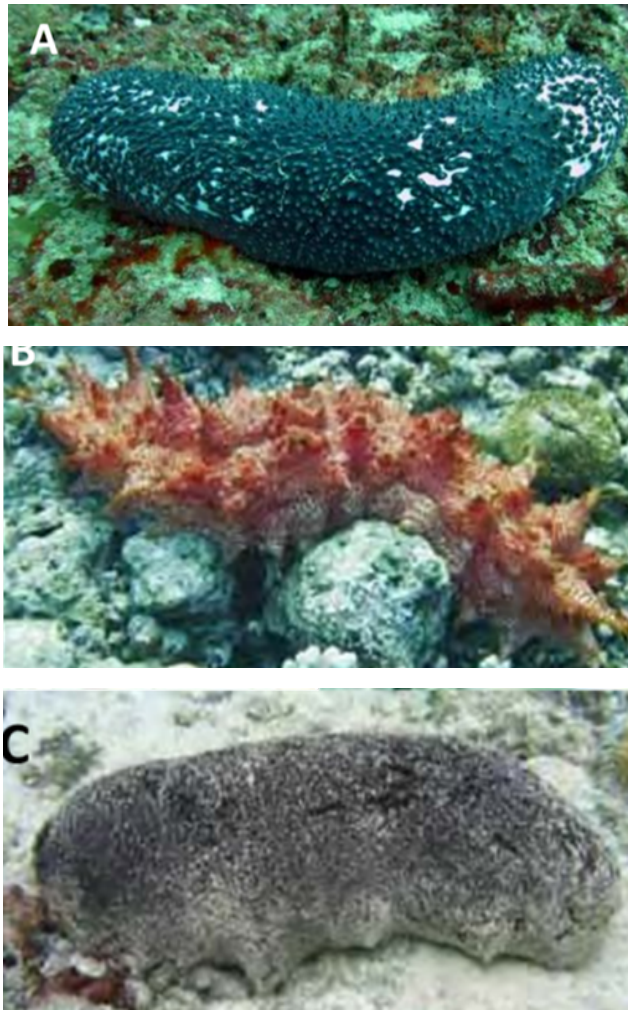
Gambar 4.15
Isopora togianensis, karang endemik dari Kepulauan Togean, Teluk Tomini (Foto: Sari dkk., 2018).

4.2.1.4
Echinodermata

Perairan Sulawesi merupakan salah satu pusat keanekaragaman biota laut, termasuk Echinodermata (Lampiran 3). Akan tetapi belum banyak laporan mengenai keanekaragaman hayati echinodermata dari perairan sekitar Sulawesi. Publikasi dan hasil ekspedisi telah dilaporkan dalam Sluiter, (1901), Koehler (1904), dan Doderlein (1917; 1920; 1936). Jumlah spesies yang paling banyak ada pada kelompok timun laut (Holothuroidea), yaitu 87 spesies yang berada di perairan Selat Makassar, Laut Halmahera, Laut Banda Sebelah Timur Sulawesi dan Laut Banda Sebelah Selatan Sulawesi (Sluiter, 1901; Massin & Tomascik, 1996; Massin, 1999; Samyn *et al.,* 2006; Wirawati & Purwati, 2012; Sese *et al.,* 2018; Setyastuti dkk., 2019; Wirawati dkk, 2019). Sedangkan, jumlah spesies yang paling sedikit ada pada kelompok bulu babi (Echinoidea), yaitu 8 spesies yang ada di perairan Teluk Tomini dan Laut Banda Sebelah Selatan Sulawesi (Yusron, 2016; Sese *et al.,* 2018). Kelompok bintang laut (Asteroidea), lili laut (Crinoidea) dan bintang mengular (Ophiuroidea) masing-masing terdiri dari 13, 13 dan 23 spesies dari perairan yang sama (Koehler, 1904; Doderlein, 1917; Doderlein, 1920; Doderlein, 1936; O'Loughlin & Rowe, 2006; Ning & Yulin, 2013; Aldiansyach dkk., 2014; Tunnicliffe *et al.,* 2016; Yusron, 2016).

Echinodermata yang ada di ekoregion perairan sekitar Sulawesi memiliki tren spesies yang distribusinya di perairan Indo-Pasifik, meskipun ada spesies-spesies yang memang memiliki wilayah distribusi yang luas. Contoh spesies yang distribusinya di Indo-Pasifik adalah *Holothuria whitmaei, Actinopyga caerulea, Thelenota rubrolineata* (Lane, 1999; Samyn *et al.,* 2006; Setyastuti dkk., 2019).

Anggota Echinodermata yang paling banyak dimanfaatkan oleh manusia adalah timun laut (Holothuroidea) yang sering dikenal dengan sebutan teripang (Gambar 4.16). Sejauh ini spesies teripang yang diambil dari perairan Indonesia sebanyak 56 spesies yang hidup di perairan dangkal (Setyastuti dkk., 2019). Teripang yang dimanfaatkan tersebut sudah mengalami indikasi penangkapan berlebih, yang ditandai dengan nelayan pencari teripang yang menyelam lebih dalam dan berlayar lebih jauh (Wirawati dkk., 2021). Hal tersebut memicu IUCN untuk mengkategorikan beberapa spesies teripang yang memiliki nilai ekonomis sangat tinggi sebagai terancam punah (*endangered*), yaitu *Holothuria scabra, Holothuria nobilis, Holothuria whitmaei* dan *Thelenota ananas* sebagai spesies yang terancam punah, dan rentan kepunahan (*vulnerable*) adalah *Actinopyga echinites, A. mauritiana, A. miliaris, Holothuria fuscogilva dan Stichopus herrmanni.*



Gambar 4.16
Timun laut yang sebarannya di Indo-Pasifik termasuk perairan Sulawesi. A: *Actinopyga caerulea*, B: *Thelenota rubralienata*, C: *Holothuria whitmaei*

4.2.1.5
Krustasea

Satu-satunya krustasea yang dilindungi dari ekoregion ini adalah *Birgus latro* (Ketam Kenari; Gambar 4.17). Ketam kenari dewasa lebih banyak hidup di daratan, sedangkan saat larva dan juvenil menghabiskan banyak waktu di perairan pesisir laut dekat dengan pantai. *Birgus latro* merupakan krustasea yang dilindungi secara penuh oleh pemerintah Indonesia melalui Permen LHK 106/2018 yang dapat ditemukan di Ekoregion Laut (EL) 7 (Laut Sulawesi), EL 10 (Teluk Tomini), EL 11 (Laut Halmahera), EL 12 (Laut Banda Sebelah Timur Sulawesi) dan EL 13 (Laut Banda Sebelah Selatan Sulawesi dan Teluk Bone). Ketam Kenari tercatat sebagai spesies yang berkategori *Vulnerable* (VU) -pada catatan IUCN (Cumberlidge, 2020).



Gambar 4.17
Birgus latro (Foto: D.A. Nugroho, 2023)

Isopoda merupakan salah satu kelompok Krustasea yang memiliki fungsi penting dalam ekologi. Menurut Sidabalok (2013) spesies isopoda laut yang tercatat di Indonesia dari tahun 1857 – 2012 sebanyak 225 spesies dalam 19 suku, sedangkan yang tercatat ditemukan di Sulawesi sebanyak 35 spesies dalam 11 suku. Pada tahun 2018, ditemukan dua spesies baru isopoda dari Sulawesi Utara, yaitu *Cirolana lembeh*, dan *Cirolana bambang* (Gambar 4.18). Selain Isopoda, ditemukan juga udang Caridea spesies baru pada tahun 2004 yaitu spesies *Pseudocheles neutra* dan didirikan suku baru dengan nama Pseudochelidae yang diperoleh dari Kaledupa, Wakatobi, Sulawesi Tenggara (De Grave & Moosa, 2004). Kelompok krustasea lain yang ditemukan di Perairan Sulawesi sebagai spesies baru adalah dari kelompok Copepoda, dengan tujuh spesies baru dari marga Tortanus Giesbrecht, 1898 (Mulyadi *et al*, 2017).

Krustasea lain yang umum ditemukan dan dimanfaatkan yaitu spesies udang-udangan contohnya *Penaeus semisulcatus*, *Metapenaeus affinis*, *Metapenaeus ensis* dan kepiting seperti *Portunus pelagicus*, *Scylla* spp. (Aswandy, 2007).



Gambar 4.18
Isopoda laut *Cirolana bambang*, yang hanya ditemukan di perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara (Foto: Conni M. Sidabalok).

4.2.1.6
Moluska

Pulau Sulawesi dan pulau-pulau di sekitarnya merupakan salah satu wilayah paling unik dan paling kaya akan keanekaragaman hayati laut. Bahkan, wilayah Sulawesi dan sebagian besar kawasan timur Indonesia bersama Filipina, Papua Nugini dan sejumlah negara di Kawasan Pasifik yang tergabung dalam kawasan Segitiga Karang dunia disebut sebagai pusat keanekaragaman hayati laut dunia. Moluska merupakan salah satu kelompok biota laut yang keanekaragaman spesiesnya sangat tinggi, terutama yang berasosiasi dengan terumbu karang, padang lamun, maupun hutan mangrove. Spesies-spesies moluska di wilayah Sulawesi lebih mencirikan spesies yang berasal dari perairan Samudera Pasifik. (Rintelen *et al.,* 2014). Dalam hal penamaan spesies baru, kata Celebes lebih banyak digunakan daripada Sulawesi (Tabel 4.7). Bahkan untuk moluska laut, sangat sedikit nama Sulawesi digunakan dalam penamaan spesies.

Tabel 4.7 Spesies moluska laut yang dideskripsikan dari wilayah Sulawesi

No.	Spesies	Pendeskripsi dan Tahun	Suku	Kelas
1.	*Acesta celebensis*	(Bartsch, 1913)	Limidae	Bivalvia
2.	*Astropecten celebensis*	Döderlein, 1917	Astropectinidae	Bivalvia
3.	*Daphnella celebensis*	Schepman, 1913	Raphitomidae	Gastropoda
4.	*Benthomangelia celebensis*	(Schepman, 1913)	Mangeliidae	Gastropoda
5.	*Eucithara celebensis*	(Hinds, 1843)	Mangeliidae	Gastropoda
6.	*Nassarius celebensis*	(Schepman, 1907)	Nassariidae	Gastropoda
7.	*Thalamoporella sulawesiensis*	Pouyet & Braga, 1993	Thalamoporellidae	Gastropoda

Takabonerate dan Kepulauan Spermonde merupakan salah satu atol terbesar di dunia yang memiliki banyak *patch* dan barrier reefs dengan *Tridacna derasa* dan *Hippopus porcellanus* ditemukan di kawasan tersebut (Gambar 4.19). *Tridacna noae* hingga saat ini diketahui memiliki sebaran di pulau-pulau di wilayah Maluku, Maluku Utara dan Papua juga memiliki batas sebaran di wilayah Sulawesi.



Gambar 4.19
Tridacna noae (Röding, 1798) bersama *T. derasa* dan *Hippopus hippopus* yang diduga memiliki batas sebaran paling barat di Kawasan perairan Sulawesi (Foto: U.Y. Arbi)

Tidak diketahui secara pasti berapa jumlah spesies moluska yang dapat ditemukan di kawasan Sulawesi. Akan tetapi, banyak bukti yang menunjukkan bahwa kawasan Sulawesi adalah salah satu bagian dari pusat keanekaragaman hayati laut, termasuk moluska, dicirkan dengan tingginya keanekaragaman spesies nudibranch. Tingginya keanekaragaman nudibranch yang termasuk dalam subkelas Heterobranchia (kelas Gastropoda) dapat memberikan gambaran mengenai keanekaragaman dan kesehatan ekosistem. Kelompok moluska ini menggunakan spektrum makanan yang sangat beragam, dengan afinitas yang tinggi terhadap pakannya. Spektrum ini mencakup hampir semua organisme sessile (alga, porifera, knidaria, ascidia, bryozoa, tunicata). Sebanyak 385 spesies yang terdiri dari 112 spesies nudibranch berhasil dikumpulkan dari Taman Nasional Bunaken (TNB) pada tahun 2016 dan 108 spesies yang terdiri dari 57 spesies pada tahun 2017, (Eisenbarth *et al.,* 2018). Jumlah keseluruhan spesies yang tercatat dan dikoleksi dari TNB pada musim kemarau tahun 2015 mencapai 79 spesies. Jumlah spesies yang ditemukan pada tahun 2016 adalah tertinggi, dan mewakili hampir 30% dari keseluruhan spesies (215 spesies) yang tercatat dari kawasan ini. Hal tersebut menunjukkan bahwa beberapa spesies sangat langka, dan area tersebut masih perlu lebih dieksplorasi. Hasil tahun 2017 dengan periode pengumpulan yang lebih singkat, tetapi berfokus pada habitat antar terumbu karang mendapatkan 31 spesies, yang mewakili 15% dari keseluruhan catatan spesies. Ada kemungkinan bahwa bulan pengumpulan ada hubungannya dengan jumlah spesies yang berhasil dikumpulkan. (Eisenbarth *et al.,* 2018). Hasil penelitian lainnya, dari 484 spesies yang dikoleksi dari Kepulauan Bangka, teridentifikasi sebanyak 149 spesies nudibranch yang dikumpulkan dalam dua periode sampling, yaitu tahun 2017 dan 2018. Selain itu, sebanyak 33 spesies lainnya tidak dapat dideskripsikan hingga ke tingkat spesies dan dianggap sebagai spesies baru. Sementara itu, hasil penelitian di Pulau Sangihe dikoleksi sebanyak 250 spesies yang terdiri dari 23 spesies, terdiri dari Sacoglossa (3 spesies), Anthobranchia (19 spesies) dan Cladobranchia (1 spesies). Sedangkan hasil penelitian di Selat Lembeh, Sulawesi Utara, didapatkan sebanyak 27 spesies (Undap dkk., 2019).



Gambar 4.20 *Goniobranchus leopardus* (Rudman, 1987), salah satu spesies nudibrach yang ditemukan di Kawasan Sulawesi (Foto: U.Y. Arbi)

Di sisi lain, kawasan Sulawesi merupakan salah satu lokasi yang menjadi habitat dari spesies-spesies moluska laut yang unik dan langka, misalnya dari kelompok gurita dan nautilus. Gurita penyamar, *Thaumoctopus mimicus*, (Norman & Hochberg, 2005) merupakan salah satu spesies endemik Indonesia yang spesiesnya didapatkan dari Sulawesi. Gurita ini hidup di perairan dangkal (kurang dari 15 m) pada habitat dengan dasar berpasir atau pasir berlumpur yang tidak memiliki keanekaragaman spesies biota yang tinggi. Selat Lembeh yang memiliki dasar perairan berupa pasir vulkanik berwarna hitam merupakan salah satu dari sedikit wilayah di Indonesia yang cocok sebagai habitat gurita penyamar ini.

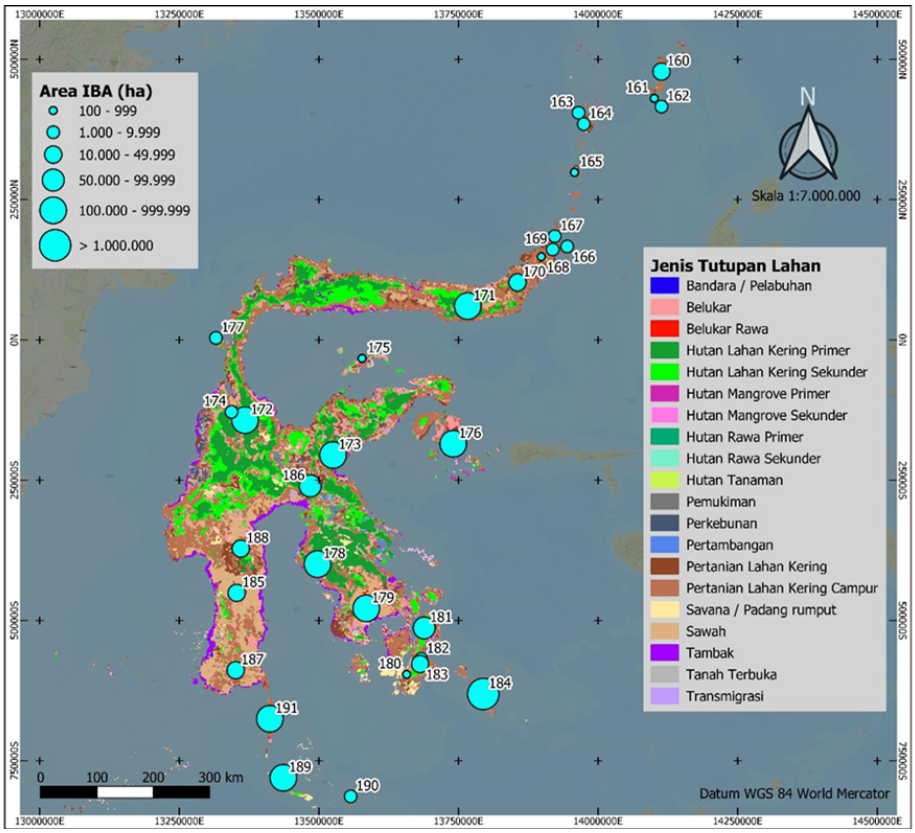
Nautilus bercangkang rapuh atau lebih dikenal dengan nama paper Nautilus (*Argonauta argo*), merupakan kelompok Cephalopoda yang tersebar di perairan tropis dan subtropis seluruh dunia hingga kedalaman 1.000 m. Walaupun masih dapat ditemukan di beberapa wilayah perairan Indonesia namun kemunculannya sangat jarang dan pada lokasi-lokasi tertentu saja. Teluk Tomini merupakan salah satu wilayah dengan keberadaan Nautilus bercangkang rapuh yang sangat rendah populasinya. Dalam rentang bulan Maret hingga November 2016, hanya ada tiga spesies tertangkap pada kedalaman 70-80 m (Sarif dkk., 2017). Selama bulan Maret hingga Desember 2016 hanya didapatkan sebanyak enam spesies pada kedalaman 70-80 m (Sarif dkk., 2020)

4.2.2
Kekayaan dan Keanekaragaman Fauna Terestrial

4.2.2.1
Aves

Kawasan Wallacea yang merupakan kumpulan pulau-pulau samudera di Indonesia bagian timur memiliki tingkat endemisme yang tinggi, dengan banyaknya spesies yang terbatas sebarannya pada pulau-pulau atau kelompok pulau tertentu. Oleh karena itu Birdlife Internasional menetapkan beberapa wilayah di kawasan Wallacea sebagai *Important Bird Area* (IBA) atau Area Burung Penting dan *Endemic Bird Area* (EBA) atau Daerah Burung Endemik (DBE). Area Burung Penting (IBA) merupakan area penting secara global untuk konservasi populasi burung. Indonesia memiliki 227 IBA yang meliputi Sumatra 40, Kalimantan 23, Jawa dan Bali 53, Nusa Tenggara 43, Sulawesi 32, dan 36 di Maluku. Sebanyak 195 IBA mendukung spesies yang terancam punah secara global, 184 diantaranya merupakan spesies dengan wilayah sebaran terbatas, dan 23 di antaranya memenuhi syarat sebagai IBA karena menjadi tempat berkumpulnya kelompok burung air atau raptor yang bermigrasi (Birdlife International 2023). Sedangkan Daerah Burung Endemik atau *Endemic Bird Area* (EBA) merupakan daerah yang teridentifikasi sebagai tempat terkonsentrasinya keanekaragaman hayati dunia dengan menggunakan pendekatan keendemikan burung dengan perkembangbiakan terbatas dengan rentang kurang dari 50.000 km^2 (Stattersfield *et al*. 1998).

Birdlife International (2023) mengidentifikasi IBA yang terdapat di Wallacea mencakup 10 EBA di Nusa Tenggara, Sulawesi dan Maluku. Setiap spesies burung dengan wilayah sebaran terbatas yang ditemukan di Wallacea diketahui berada di setidaknya satu IBA, kecuali beberapa spesies yang belum ada catatan terbaru. IBA yang menonjol untuk burung-burung yang terancam punah di Wallacea untuk sub kawasan Sulawesi adalah Karakelang (IBA 160), Pegunungan Sahendaruman (IBA 164), Siau (IBA 165), TN Bogani Nani Wartabone (IBA 171), TN Lore Lindu (IBA 172), Gunung Lompobattang (IBA 187), Tanah Jampea (IBA 189), dan Taliabu Utara (IBA 203); (Tabel 4.7 ; Gambar 4.22).



Gambar 4.21 Peta *Important Bird Area* (IBA) di sub Kawasan Sulawesi

Tabel 4.8 Daftar lokasi dan spesies burung yang terancam di IBA Sulawesi

KODE	LOKASI	LUAS (ha)	SPESIES TERANCAM
SULAWESI UTARA			
IBA 160	Karakelang	34.905	*Gymnocrex talaudensis, Ducula pickeringii, Eos histrio*
IBA 161	Salebabu (Salibabu)	842	*Ducula pickeringii, Eos histrio*
IBA 162	Kabaruang (kabaruan)	1.334	*Ducula pickeringii, Eos histrio*
IBA 163	Gunung Awu	4.885	*Ducula pickeringii, Eos histrio, Loriculus catamene, Aethopyga duyvenbodei*
IBA 164	Pegunungan Sahendaruman	3.861	*Eos histrio, Loriculus catamene, Eutrichomyias rowleyi, Colluricincla sanghirensis, Aethopyga duyvenbodei, Zosterops nehrkorni*
IBA 165	Siau	250	*Eos histrio, Otus siaoensis, Aethopyga duyvenbodei*
IBA 166	Tangkoko Dua Saudara	7.495	*Gorsachius goisagi, Macrocephalon maleo, Tyto inexspectata, Eurostopodus diabolicus*
IBA 167	Likupang	6.000	*Gymnocrex rosenbergii*
IBA 168	Gunung Mahawu Rurukan	300	*Gorsachius goisagi, Aramidopsis plateni, Gymnocrex rosenbergii, Tyto inexspectata*
IBA 169	Gunung Klabat	5.300	*Eurostopodus diabolicus*
IBA 170	Gunung Simbalang	15.000	*Tyto inexspectata, Ninox ios, Cyornis sanfordi*
IBA 171	Bogani Nani Wartabone	287.115	*Macrocephalon maleo, Aramidopsis plateni, Gymnocrex rosenbergii, Cacatua sulphurea, Tyto inexspectata, Ninox ios, Cyornis sanfordi*
SULAWESI TENGAH			
IBA 172	Lore Lindu	217.991	*Macrocephalon maleo, Aramidopsis plateni, Gymnocrex rosenbergii, Cacatua sulphurea, Tyto inexspectata, Eurostopodus diabolicus*
IBA 173	Morowali	225.000	*Egretta eulophotes, Mycteria cinerea, Macrocephalon maleo, Cacatua sulphurea, Tyto inexspectata, Eurostopodus diabolicus*
IBA 174	Lembah Palu	8.100	*Ducula pickeringii, Cacatua sulphurea*
IBA 175	Kepulauan Togean	755	
IBA 176	Peleng-Banggai	256.000	*Gymnocrex rosenbergii, Corvus unicolor*
IBA 177	Pulau Pososo	5.000	*Ducula pickeringii, Cacatua sulphurea*
SULAWESI TENGGARA			
IBA 178	Pegunungan Mekonga (Mengkoka)	200.000	*Aramidopsis plateni*
IBA 179	TN Rawa Aopa Watumohai	105.194	*Macrocephalon maleo, Gymnocrex rosenbergii, Cacatua sulphurea*
IBA 180	TWA Tirta Rima-Baubau	488	*Aramidopsis plateni, Cacatua sulphurea*
IBA 181	Buton Utara	82.000	*Macrocephalon maleo, Aramidopsis plateni, Cacatua sulphurea, Eurostopodus diabolicus*
IBA 182	Kakinawe	5.000	*Aramidopsis plateni, Cacatua sulphurea*
IBA 183	Lambusango	20.000	*Aramidopsis plateni, Cacatua sulphurea*
SULAWESI SELATAN			
IBA 185	Danau Tempe	18.000	*Mycteria cinerea, Cacatua sulphurea*
IBA 186	Feruhumpenai-Matano	90.000	*Mycteria cinerea, Macrocephalon maleo, Eurostopodus diabolicus*
IBA 187	Gunung Lompobattang	20.000	*Ficedula bonthaina*
IBA 188	Pegunungan Latimojong	30.000	*Ficedula bonthaina*
IBA 189	Tanah Jampea	161.100	*Cacatua sulphurea, Monarcha everetti*
IBA 190	Kalaotoa	7.619	*Cacatua sulphurea*
IBA 191	Selayar	660.200	
IBA 203	Taliabu Utara	70.000	*Tyto nigrobrunnea*

Endemic Bird Area

Daerah Burung Endemik/ *Endemic Bird Area* (EBA) merupakan salah satu pendekatan identifikasi daerah prioritas bagi konservasi keanekaragaman hayati, yaitu daerah tempat terkonsentrasinya keanekaragaman hayati khususnya keendemikan spesies burung. Indonesia adalah negara dengan jumlah EBA terbanyak di dunia. Dari 221 EBA di seluruh dunia, 24 diantaranya dijumpai di wilayah Indonesia dan tiga diantara di Sulawesi yaitu : EBA 166 (Sulawesi), EBA 167 (Sulawesi : Sangihe dan Talaud) dan EBA 168 Kepulauan Banggai dan Sula (Birdlife International 2023).

Selain untuk burung, Sulawesi merupakan subkawasan Wallacea yang sangat tinggi tingkat endemistasnya, sebanyak 470 spesies fauna yang memiliki sebaran terbatas di Sulawesi, dimana burung dan mamalia merupakan fauna endemik terbanyak di Sulawesi yaitu 150 spesies dan 124 spesies (Tabel 4.9).

Tabel 4.9 Fauna terestrial endemik di Sub kawasan Sulawesi

Taksa	Sulawesi	Total Endemik Indonesia	persentase endemik (%)
Mamalia	124	421	29.45
Aves	150	577	26.00
Amfibia	15	161	9.32
Reptillia	44	236	18.64
Pisces	58	413	14.04
Moluska Gastropoda	NA	104	0.00
Krustasea air tawar	72	234	30.77
Total	470		

Dari 150 spesies burung endemik di Sulawesi, sebanyak tujuh spesies dalam kategori *Critically Endangered*, enam spesies dalam kategori *Endangered* dan 14 spesies dalam kategori *Vulnerable* (Tabel 4.10). Sebagian besar burung-burung yang terancam mempunyai sebaran yang sangat terbatas di pulau satelit sekitar Sulawesi yaitu P. Sangihe, P. Karakelong, P. Siau, P. Sula, P. Taliabu dan P. Banggai.

Tabel 4.10 Daftar spesies burung endemik dan status keterancam

English name	*Scientific Name*	Perlindungan	IUCN	CITES	SEBARAN
Talaud Rail	*Gymnocrex talaudensis*	Dilindungi	EN	NON	P. Karakelong
Red-and-blue Lory	*Eos histrio*	Dilindungi	EN	I	Sulawesi
Siau Pitta	*Erythropitta palliceps*	Dilindungi	EN	NON	P. Siau and Tahulandang
Sangihe Pitta	*Erythropitta caeruleitorques*	Dilindungi	EN	NON	P. Sangihe
Lompobattang Flycatcher	*Ficedula bonthaina*	Tidak Dilindungi	EN	NON	P. Sulawesi
Elegant Sunbird	*Aethopyga duyvenbodei*	Tidak Dilindungi	EN	NON	P. Sangihe
Siau Scops Owl	*Otus siaoensis*	Dilindungi	CR	II	P. Siau
Sangihe Shrikethrush	*Coracornis sanghirensis*	Tidak Dilindungi	CR	NON	P. Sangihe

English name	*Scientific Name*	Perlindungan	IUCN	CITES	SEBARAN
Cerulean Silktail	*Eutrichomyias rowleyi*	Dilindungi	CR	non	P. Sangihe
Banggai Crow	*Corvus unicolor*	Dilindungi	CR	NON	P. Banggai
Sangihe Golden Bulbul	*Hypsipetes platenae*	Tidak Dilindungi	CR	non	P. Sangihe
Sangihe White-eye	*Zosterops nehrkorni*	Dilindungi	CR	non	P. Sangihe
Maleo	*Macrocephalon maleo*	Dilindungi	CR	I	Sulawesi
Sula Megapode	*Megapodius bernsteinii*	Dilindungi	VU	NON	P. Sula
Knobbed Hornbill	*Rhyticeros cassidix*	Dilindungi	VU	II	Sulawesi
Sulawesi Hornbill	*Rhabdotorrhinus exarhatus*	Dilindungi	VU	II	Sulawesi
Satanic Nightjar	*Eurostopodus diabolicus*	Dilindungi	VU	non	Sulawesi
Banggai Fruit Dove	*Ptilinopus subgularis*	Tidak Dilindungi	VU	non	P. Banggai
Snoring Rail	*Aramidopsis plateni*	Dilindungi	VU	non	Sulawesi
Blue-faced Rail	*Gymnocrex rosenbergii*	Dilindungi	VU	non	Sulawesi
Talaud Bush-hen	*Amaurornis magnirostris*	Dilindungi	VU	non	P. Karakelong
Minahassa Masked Owl	*Tyto inexspectata*	Dilindungi	VU	II	Sulawesi bagian Utara
Taliabu Masked Owl	*Tyto nigrobrunnea*	Dilindungi	VU	II	P. Taliabu (Sula Arch.)
Banggai Scops Owl	*Otus mendeni*	Dilindungi	VU	non	P. Banggai, P.Sula
Taliabu Bush Warbler	*Locustella portenta*	Tidak Dilindungi	VU	non	P. Taliabu
Pale-bellied Myna	*Acridotheres cinereus*	Tidak Dilindungi	VU	non	Sulawesi

Keterangan:
EN: Endangered; VU: Vulnerable; CR: Critically Endangered

Selain daerah endemik (EBA) dan daerah penting burung (IBA), terdapat beberapa lokasi penting di kawasan Sulawesi yang menjadi habitat penting bagi beberapa spesies burung yang endemik dan terancam kepunahan seperti G*eokichla erythronota* (Anis punggung merah), Serak Minahasa (*Tyto inexspectata*), Maleo (*Macrocephalon maleo*), kring-kring dada kuning (*Prioniturus flavicans*), dan kepudang sungu belang (*Coracina bicolor*). Berbagai habitat tersebut juga telah ditetapkan sebagai kawasan konservasi dan perlindungan, baik sebagai Taman Nasional, Cagar alam ataupun hutan lindung, seperti Cagar Alam Tangkoko Dua Saudara, Taman Nasional Dumoga-Bone, Taman Nasional Lore Lindu, Taman Nasional Rawa Aopa, Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, Cagar Alam Karaenta dan Hutan Lindung Pegunungan Lompobattang.

Beberapa Pertelaan dari Burung Khas Sulawesi

1 Kacamata Wangi-wangi *(Zosterops paruhbesar)*

Merupakan burung keluarga Zosteropidae yang memiliki ciri khas lingkaran bulu warna putih disekitar mata yang didiskripsikan pada tahun 2022, dan ditemukan di pulau Wangi-Wangi (155 km^2) di Kepulauan Wakatobi, Sulawesi Tenggara. Burung ini mempunyai postur tubuh dan paruh yang paling besar serta berwarna kuning dibandingkan dengan spesies burung kacamata lainnya.



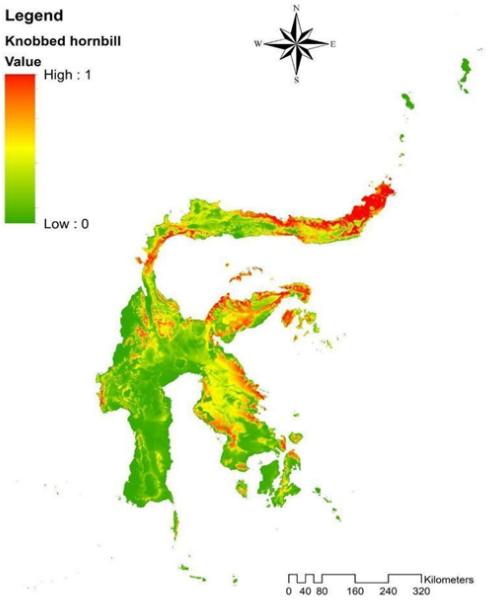
Gambar 4.22 Kacamata Wangi-wangi *(Zosterops paruhbesar*) burung endemik Kepulauan Wakatobi (Sumber foto : James Eaton, 2019).

2 Julang Sulawesi (*Rhyticeros cassidix) / Knobbed Hornbill*

Burung suku Bucerotidae yang merupakan burung endemik sub kawasan Sulawesi diantaranya di Pulau Sulawesi, Lembeh, Kepulauan Togian, Muna dan Butung. Berukuran besar dengan panjang dari ujung paruh sampai ujung ekor sekitar 70-104 cm, bulu tubuh dan sayap berwarna hitam dan ekor berwarna putih; paruh berwarna kuning, bagian dasar berwarna jingga dan coklat, berat badan jantan sekitar 2.360-2.500 gram. Paruh mempunyai seperti tanduk berupa tonjolan besar berbentuk seperti kenop. Ciri-ciri burung jantan memiliki tanduk pada paruh, berkerut dan berwarna merah tua, bulu pada bagian kepala, leher dan dada berwarna kuning pucat dengan sapuan warna merah muda hingga krem sedangkan kulit di sekitar mata berwarna biru pucat, kulit tenggorokan berwarna kombinasi biru muda, biru tua, dan hitam. Sedangkan pada betina berukuran lebih kecil, dengan kepala dan leher berwarna hitam, jambul lebih kecil berwarna kuning, kulit tenggorokan dengan pita hitam yang lebih kecil. Remaja seperti jantan dewasa, tetapi paruh kecil tanpa penutup berwarna kuning polos.



Gambar 4.23 R*hyticeros cassidix* (Julang Sulawesi) Kiri) jantan Kanan) betina sumber foto : David Diller Macaulay Library ML 193057321



Gambar 4.24
Permodelan distribusi Knobbed Hornbill di Sulawesi

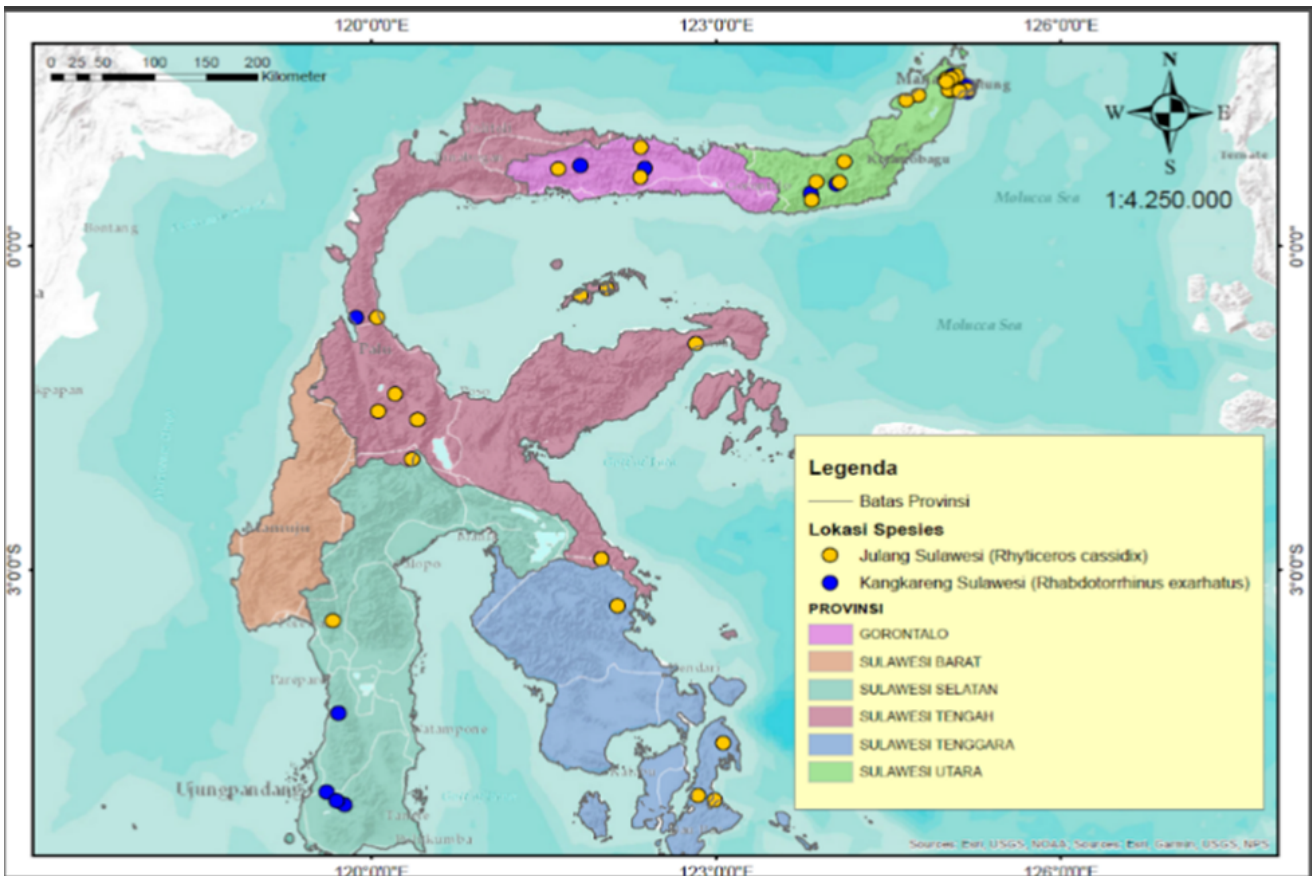
3 Kangkareng Sulawesi / *Rhabdotorrhinus exarhatus* / Sulawesi Hornbill

Berukuran panjang total sekitar 45-53 cm; betina mempunyai berat badan sekitar 370 gram. Merupakan keluarga Rangkong namun berukuran kecil, dengan bulu berwarna hitam termasuk ekornya. Jantan dengan bulu wajah dan tenggorokan berwarna putih kekuningan, paruh berwarna kuning pucat, hitam pada pangkal mandibula bagian bawah (berpola strip pada burung di Sulawesi Utara, sedangkan di wilayah Sulawesi lainnya berpola palang) dengan jambul rendah bergerigi berwarna coklat; kulit di sekitar mata dan tenggorokan berwarna merah muda kehitaman; mata berwarna merah, tungkai dan kaki berwarna hitam. Betina berukuran lebih kecil (rentang sayap 215-231 mm berbanding 226-245 mm pada jantan), kulit wajah dan tenggorokan hitam semua; paruh lebih hitam dan pendek dibandingkan jantan, dengan tonjolan krem di bagian bawah rahang bawah dan ujung lebih pucat. Juvenil seperti jantan dewasa, tetapi paruh lebih kecil berwarna kuning kusam, jambul tidak berkembang, dan mata berwarna coklat tua.



Gambar 4.25 *Rhabdotorrhinus exarhatus* (kangkareng sulawesi)
Sumber Foto : Phillip Edwards, Macaulay Library ML 204852921

Habitat berupa hutan primer dataran rendah dan pegunungan yang lebih rendah, hutan sekunder pada ketiggian di bawah 650 m dpl sampai 1.100 m dpl. Kelompok-kelompok keluarga kadang-kadang berada di habitat yang lebih terbuka termasuk daerah yang baru saja terbakar dan celah-celah rontoknya pepohonan yang sedang beremargasi. (Gambar 4.26)



Gambar 4.26 Sebaran julang sulawesi dan kangkareng sulawesi

Burung Migrasi Sulawesi

Kategori migrasi mengacu pada konsep migrasi jarak jauh (*long distance migration*) yaitu spesies burung yang melakukan migrasi dari belahan bumi Utara dan belahan bumi Selatan yang merupakan area berkembang biak spesies burung migrasi tersebut (European Science Foundation 2000, Zalles & Bildstein 2000, Dickinson 2003). Pada saat periode musim dingin, spesies tersebut melakukan migrasi ke wilayah Indonesia termasuk ke sub kawasan Sulawesi.

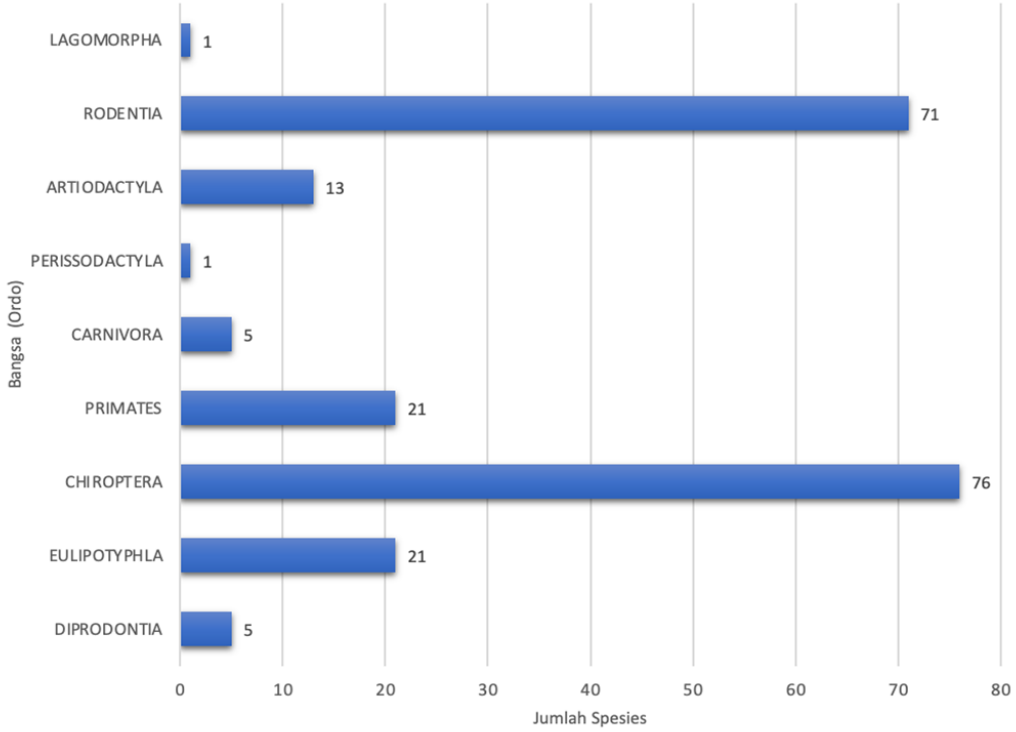
Spesies migran yang berkunjung dan melintas ke wilayah Indonesia termasuk kawasan Sulawesi berasal dari bumi bagian Utara (Paleartik) dan bumi bagian Selatan (Australo-Papua). Jalur utama migrasi burung dari kawasan Paleartic memasuki wilayah Sulawesi menggunakan jalur terbang Asia Timur melalui Jepang, Korea, Taiwan, Filipina dan kawasan Kepulauan Sangihe Sulawesi Utara. Sedangkan burung migrasi dari kawasan Australo-Papua menuju Sulawesi menggunakan jalur yang tersebar sehingga tidak terlihat jelas jalur utamanya. Sebanyak 78 spesies tercatat sebagai spesies burung migran yang berkunjung ke subkawasan Sulawesi yang terdiri atas burung pantai, burung laut, burung pemangsa diurnal dan burung paserine. Lima spesies burung diurnal migran yang tercatat di subkawasan Sulawesi adalah dari suku A*ccipitridae dan Falconidae yaitu Accipiter soloensis, Accipiter gularis, Accipiter meyerianus, Butastur indicus, dan Falco severus.* Berbeda dengan burung pantai migran yang datang dalam kelompok yang banyak, kelompok burung passerine datang hanya dalam jumlah kecil. Tercatat 20 spesies burung migran dalam kelompok passerine yang terdiri atas 11 suku yaitu diantaranya Artamidae, Campephagidae, Laniidae, Phylloscopidae, Locustellidae, Sturnidae,Turdidae, Muscicapidae, Estrildidae, Motacillidae dan Emberizidae (Tabel 4.11).

Tabel 4.11 Daftar spesies burung migran yang berkunjung ke subkawasan Sulawesi dari ordo Passeriformes

No	Suku	Nama Inggris	Nama Spesies
1	Artamidae	White-breasted Woodswallow	*Artamus leucorynchus*
2	Campephagidae	Ashy Minivet	*Pericrocotus divaricatus*
3	Laniidae	Brown Shrike	*Lanius cristatus*
4	Phylloscopidae	Japanese Leaf Warbler	*Phylloscopus xanthodryas*
5	Phylloscopidae	Kamchatka Leaf Warbler	*Phylloscopus examinandus*
6	Phylloscopidae	Arctic Warbler	*Phylloscopus borealis*
7	Acrocephalidae	Oriental Reed Warbler	*Acrocephalus orientalis*
8	Locustellidae	Gray's Grasshopper Warbler	*Helopsaltes fasciolatus*
9	Locustellidae	Middendorff's Grasshopper Warbler	*Helopsaltes ochotensis*
10	Sturnidae	Chestnut-cheeked Starling	*Agropsar philippensis*
11	Turdidae	Eyebrowed Thrush	*Turdus obscurus*
12	Muscicapidae	Grey-streaked Flycatcher	*Muscicapa griseisticta*
13	Muscicapidae	Mugimaki Flycatcher	*Ficedula mugimaki*
14	Estrildidae	Tawny-breasted Parrotfinch	*Erythrura hyperythra*
15	Motacillidae	Forest Wagtail	*Dendronanthus indicus*
16	Motacillidae	Eastern Yellow Wagtail	*Motacilla tschutschensis*
17	Motacillidae	Pechora Pipit	*Anthus gustavi*
18	Motacillidae	Red-throated Pipit	*Anthus cervinus*
19	Emberizidae	Black-headed Bunting	*Emberiza melanocephala*
20	Emberizidae	Black-faced Bunting	*Emberiza spodocephala*

4.2.2.2 Mamalia

Sulawesi adalah bagian dari kawasan Wallacea yang merupakan salah satu "*hot spot*" biodiversitas. Sejarah geologi dari pembentukan pulau Sulawesi dan posisinya sebagai kawasan pertemuan antara fauna dari kawasan Asia dan Australia, menjadikan Sulawesi memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi dan unik. Sampai saat ini, diketahui sebanyak 246 spesies mamalia dijumpai di Pulau Sulawesi dan pulau-pulau kecil sekitarnya (Maryanto *et al.,* 2019; Esselstyn *et al.,* 2021).Terdapat 214 spesies mamalia terestrial, yang terdiri dari sembilan bangsa dan 22 suku di ekoregion Sulawesi (Gambar 4.27). Bangsa Chiroptera atau kelelawar memiliki jumlah spesies tertinggi, yaitu sebanyak 76 spesies dari delapan suku, diikuti oleh bangsa Rodentia atau hewan pengerat dengan 71 spesies dari dua suku, bangsa primata dan eulipotyphyla masing-masing 21 spesies. Sedangkan bangsa lagomorpha dan perissodactyla masing-masing satu spesies.



Gambar 4.27 Komposisi mamalia di ekoregion Sulawesi (Sumber data: Maryanto *et al.,* 2019; Esselstyn *et al.,* 2021).

Mamalia Endemik

Mamalia endemik yang ada di kawasan Sulawesi diketahui sebanyak 127 spesies, yang merupakan jumlah tertinggi di Indonesia. Beberapa mamalia endemik adalah monyet sulawesi (*Macaca nigra*), babirusa (*Babyrousa babyrussa*), anoa dataran tinggi (*Bubalus quarlesi*), anoa dataran rendah (*Bubalus depressicornis*), musang sulawesi (*Macrogalidia musschenbroeckii*), kuskus beruang (*Ailurops ursinus*), kuskus kerdil (*Strigocuscus celebensis*), tangkasi (*Tarsius spectrum*), dan tangkasi Sangir (*Tarsius sangirensis*; Gambar 4.29).



Gambar 4.28 Babirusa (*Babyrousa babyrussa*) yang dapat mendiami CA Nantu, Gorontalo (Foto: Sutrisno, 2021).

Pulau-pulau di sekitar Pulau Sulawesi, seperti Sangihe, Talaud, Selayar, Banggai, Buton merupakan habitat bagi berbagai spesies mamalia endemik (Tabel 4.12). Keberadaan spesies endemik di pulau-pulau kecil perlu mendapatkan perhatian secara khusus. Selain area sebarannya yang sangat terbatas, spesies endemik pulau kecil juga sangat rentan terhadap adanya gangguan, yang dapat menyebabkan terjadinya kepunahan.

Tabel 4.12 Daftar spesies mamalia endemik Sulawesi yang terancam kepunahan

No	Bangsa	Spesies	Nama Indonesia	Sebaran
1	DIPROTODONTIA	*Ailurops melanotis*	Bubutu Talaud	Talaud
2	CHIROPTERA	*Acerodon humilis*	Kalong Talaud	Talaud
3		*Cheiromeles parvidens*	Tayo Sangir	Sangihe
4	PRIMATA	*Tarsius niemitzi*	Krabuku Bunsing	Togean
5		*Tarsius pelengensis*	Krabuku Peleng	Banggai
6		*Tarsius sangirensis*	Krabuku Higo	Sangihe
7		*Tarsius tarsier*	Krabuku Tangkasi	Selayar
8		*Tarsius tumpara*	Krabuku Tumpara	Talaud
9		*Macaca brunnescens*	Monyet Ndoke	Buton, Muna
10		*Macaca togeanus*	Monyet Togean	Togean
11	ARTIODACTYLA	*Babyrousa togeanensis*	Babirusa Togean	Togean
12	RODENTIA	*Prosciurillus rosenbergii*	Bajing Sangihe	Sangihe
13		*Bunomys andrewsi*	Pangusan lembah	Buton
14		*Melomys caurinus*	Tuni Talaud	Talaud
15		*Melomys talaudium*	Tuni Talaud	Talaud
16		*Rattus facetus*	Tikus Tanarwu-Tanaru	Kabaena
17		*Rattus koopmani*	Tikus Peleng Koopman	Banggai
18		*Rattus pelurus*	Tikus Peleng Xanthurus	Banggai

Keterangan: nama Indonesia mengacu pada Maryanto *et al*. (2019).

Status konservasi dan perlindungan

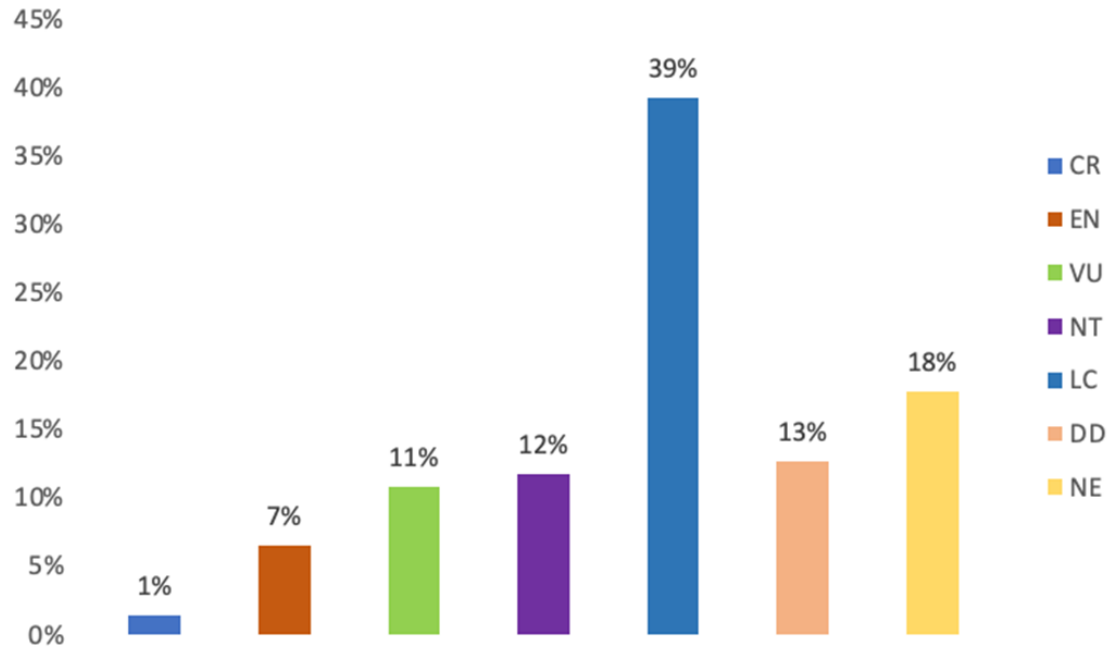
Tingginya tekanan pada kelompok mamalia, menyebabkan kondisi populasi mamalia di ekoregion Sulawesi sebagai salah satu kelompok taksa yang cukup banyak dalam daftar lindungan , yaitu sebanyak 23 spesies (Tabel 4.13).

Tabel 4.13 Daftar spesies mamalia endemik Sulawesi yang termasuk dalam daftar lindungan

Spesies	Nama Nasional	Nama Internasional
DIPROTODONTIA		
Ailurops melanotis	Bubutu talaud	Talaud Bear Cuscus
Spilocuscus maculatus	Kuskus pontai	Spotted Cuscus
Strigocuscus celebensis	Nibilam tembung	Small Sulawesi Cuscus
Strigocuscus pelengensis	Kuskus peleng	Peleng Cuscus
CHIROPTERA		
Acerodon humilis	Kalong talaud	Talaud Fruit bat
Neopteryx frosti	Codot gigi kecil	Small-toothed Fruit-bat
Pteropus pumilus	Kalong talaud	Little Golden-mantled Flying Fox
PRIMATES		
Tarsius dentatus	Krabuku diana	Dian Tarsier
Tarsius lariang	Krabuku lariang	Lariang Tarsier
Tarsius pelengensis	Krabuku peleng	Peleng Tarsier
Tarsius pumilus	Krabuku kecil	Lesser Sulawesi Tarsier
Tarsius sangirensis	Krabuku higo	Sangir Tarsier
Tarsius tarsier	Krabuku tangkasi	Spectral Tarsier
Tarsius tumpara	Krabuku tumpara	Tumpara Tarsier
Macaca maura	Monyet darre	Moor Macaque
Macaca nigra	Monyet yaki	Crested Black Macaque
Macaca ochreata	Monyet hada	Booted Macaque
Macaca tonkeana	Monyet boti	Tonkean Macaque
CARNIVORA		
Macrogalidia musschenbroekii	Musang sulawesi	Sulawesi Palm Civet
ARTIODACTYLA		
Babyrousa babyrussa	Babirusa	Hairy Babirusa
Rusa timorensis	Rusa timor	Rusa Deer
Bubalus depressicornis	Anoa dataran	Lowland Anoa
Bubalus quarlesi	Anoa gunung	Mountain Anoa

Keterangan: Status 'dilindungi' berdasarkan perlindungan hukum negara Indonesia P.106 Tahun 2018.
Nama nasional dalam bahasa Indonesia dan nama internasional mengacu pada Maryanto *et al.* (2019).

Sedangkan berdasarkan status konservasi Daftar Merah IUCN, tiga spesies (1%) masuk dalam kategori kritis (*Critically Endangered*), 14 spesies (7%) genting (*Endangered*), 23 spesies (11%) rentan (*Vulnerable*), 25 spesies (12%) hampir terancam *(Near Threatened)*, 84 spesies (39%) resiko rendah (*Least Concern*), 27 spesies (13%) informasi masih kurang *(Data Deficient)*, dan 38 spesies (18%) masuk dalam kategori belum dievaluasi (Not Evaluated; Gambar 4.29; Tabel 4.13) (www.iucnredlist.org; Maryanto *et al.,* 2019).



Gambar 4.29 Status konservasi spesies mamalia di kawasan Sulawesi berdasarkan kategori Daftar Merah IUCN.

Tabel 4.14 Spesies mamalia yang termasuk dalam daftar IUCN Red List kategori *Critically Endangered* (kritis) dan *Endangered* (genting).

Spesies	Nama Nasional	Status IUCN
Ailurops melanotis	Bubutu talaud	*Critically Endangered (CR)*
Tarsius tumpara	Krabuku tumpara	*Critically Endangered (CR)*
Macaca nigra	Monyet yaki	*Critically Endangered (CR)*
Bunomys coelestis	Pangusan lompobatang	*Critically Endangered (CR)*
Acerodon humilis	Kalong talaud	*Endangered (EN)*
Neopteryx frosti	Codot gigi kecil	*Endangered (EN)*
Tarsius pelengensis	Krabuku peleng	*Endangered (EN)*
Tarsius sangirensis	Krabuku higo	*Endangered (EN)*
Macaca maura	Monyet darre	*Endangered (EN)*
Babyrousa togeanensis	Babirusa togean	*Endangered (EN)*
Bubalus depressicornis	Anoa dataran	*Endangered (EN)*
Bubalus quarlesi	Anoa gunung	*Endangered (EN)*
Bunomys prolatus	Pangusan sulawesi	*Endangered (EN)*
Echiothrix leucura	Tarem minahasai	*Endangered (EN)*
Maxomys wattsi	Lesoq-lati watsi	*Endangered (EN)*
Melomys aerosus	Tuni pisang	*Endangered (EN)*
Melomys caurinus	Tuni talaud	*Endangered (EN)*
Melomys talaudium	Tuni talaud	*Endangered (EN)*

Keterangan:
*Status keterancaman berdasarkan daftar IUCN yaitu genting (*Endangered*/EN), kritis (*Critically Endangered*/CR). Nama lokal mengacu Maryanto *et al.* (2019).

Dalam hak pemanfaatan mamalia, sebanyak 35 spesies mamalia di ekoregion Sulawesi masuk dalam kategori Appendiks I CITES sebanyak enam spesies dan 29 spesies dalam kategori Appendiks II (Tabel 4.15).

Tabel 4.15 Spesies mamalia yang termasuk dalam daftar kategori Appendiks I dan II CITES

Appendiks I	Appendiks II
Babyrousa babyrussa	*Spilocuscus maculatus*
Babyrousa bolabatuensis	*Acerodon celebensis*
Babyrousa celebensis	*Acerodon humilis*
Babyrousa togeanensis	*Pteropus alecto*
Bubalus depressicornis	*Pteropus caniceps*
Bubalus quarlesi	*Pteropus griseus*
	Pteropus hypomelanus
	Pteropus pumilus
	Pteropus speciosus
	Tarsius dentatus
	Tarsius fuscus
	Tarsius lariang
	Tarsius pelengensis
	Tarsius pumilus
	Tarsius sangirensis
	Tarsius spectrumgurskyae
	Tarsius supriatnai
	Tarsius tarsier
	Tarsius tumpara
	Tarsius wallacei
	Macaca brunnescens
	Macaca fascicularis
	Macaca hecki
	Macaca maura
	Macaca nigra
	Macaca nigrescens
	Macaca ochreata
	Macaca togeanus
	Macaca tonkeana

Peran Mamalia dalam Ekosistem

Diversitas mamalia yang sangat beragam dari ukuran tubuh, habitat, pakan dan perilaku, memiliki peran dan fungsi ekologis yang sangat penting. Beberapa spesies mamalia, khususnya karnivor besar merupakan predator puncak dalam rantai makanan. Spesies tersebut memiliki peran penting sebagai penyeimbang ekosistem, termasuk dalam mengendalikan populasi spesies mamalia lainnya ataupun satwa yang berpotensi sebagai hama, misalnya tikus, babi , maupun monyet (Maharadatunkamsi *et al.,* 2020).

Proses remargasi hutan juga tidak terlepas dari peran penting keberadaan beberapa spesies mamalia, seperti kelelawar, musang, jelarang, bajing, tikus dan primata. Spesies tersebut berperan sebagai pemencar biji (*seed disperser*) (Kool, 1993). Kelelawar merupakan satu-satunya mamalia yang mampu terbang sempurna, dan khususnya kelelawar yang berukuran besar (kalong) mampu terbang hingga 60 km dalam semalam (Suyanto, 2001), dan sangat efisien dalam proses pemencaran biji.

Kelompok kelelawar juga merupakan penyedia jasa ekosistem yang secara tidak langsung memberikan manfaat bagi manusia. Kelelawar pemakan buah berperan dalam membantu proses penyerbukan berbagai tanaman, termasuk tanaman buah yang bernilai ekonomi tinggi, misalnya durian, pisang, dan petai (Suyanto, 2001). Selain itu, kelelawar pemakan serangga memiliki peran penting dalam mengontrol populasi serangga yang berpotensi sebagai hama, misalnya hama penggerek batang padi (Wagner *et al.,* 2014), serta serangga yang berpotensi sebagai vektor penyakit, misalnya nyamuk (Puig-Montserrat *et al.,* 2022).

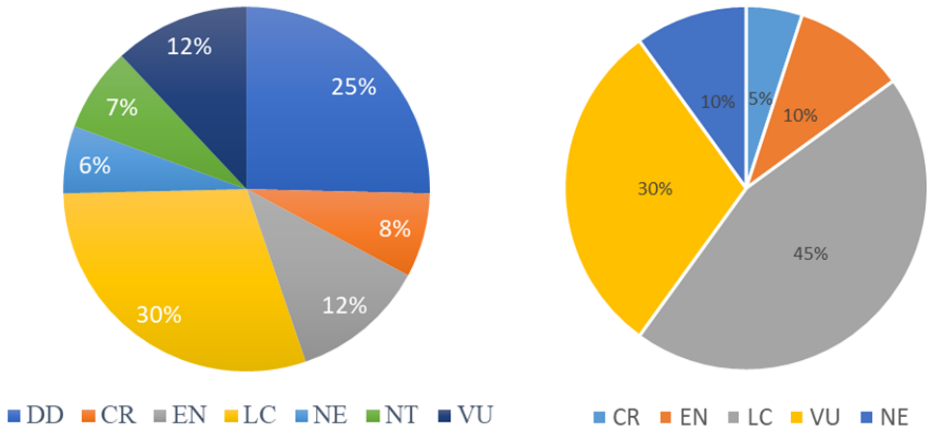
Selain memiliki fungsi ekologis, mamalia juga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil protein hewani yang dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Mamalia yang biasa dimanfaatkan dari hutan antara lain kelompok ungulata, selain dari ternak seperti sapi, kambing, domba untuk menghasilkan daging dan susu (Maharadatunkamsi *et al.,* 2020). Selain penghasil protein hewani, mamalia tersebut juga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil kulit dan wool untuk dimanfaatkan dalam pemenuhan kebutuhan sandang. Kotoran dari mamalia juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk yang saat ini banyak dikembangkan dalam bidang pertanian organik.

4.2.2.3 Reptilia dan Amfibia (Herpetofauna)

Kekayaan spesies herpetofauna atau reptilia dan amfibia ekoregion Sulawesi tergolong tinggi dan masih banyak yang belum terungkap. Pada periode 2000 hingga Januari 2025 telah terdeskripsi sebanyak 21 spesies baru reptilia (Uetz *et al.,* 2025) dan 7 spesies baru amfibia (Frost, 2025). Temuan spesies baru ini tidak lepas dari diterapkannya pendekatan taksonomi integratif yaitu pendekatan yang memadukan teknik morfologi dan molekuler bahkan analisis suara (akustik). Teknik molekuler dalam kajian sistematika telah banyak membantu mempercepat pengungkapan keanekaragaman hayati yang samar (*cryptic biological diversity*) (Pfenninger & Schwenk, 2007; Davis *et al.,* 2021).

Endemisitas herpetofauna ekoregion Sulawesi juga tergolong tinggi. Uetz *et al.* (2024) mencatat 134 spesies kelas reptilia dan 67 (50%) diantaranya berstatus endemik. Adapun kelas reptilia oleh Frost (2025) dilaporkan setidaknya terdapat sebanyak 21 spesies (63,6%) berstatus endemik dari total 33 spesies yang dijumpai di kawasan ini.

Dalam hal keterancaman dan perlindungan, setidaknya di Sulawesi terdapat 2 spesies reptilia yang dilindungi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.106/MENLHK/SETJEN/Kum.1/12/2018. Proporsi status keterancaman berdasarkan daftar merah IUCN reptilia dan amfibia endemik di kawasan ekoregion Sulawesi diilustrasikan dalam Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Proporsi status IUCN reptilia (kiri) dan amfibia (kanan) endemik ekoregion Sulawesi.

Flagship

Beberapa spesies kelompok herpetofauna dapat diangkat sebagai *flagship* dengan pertimbangan bahwa spesies-spesies tersebut endemik dengan sebaran terbatas, jarang ditemukan dan mempunyai morfologi unik yang berpotensi mengundang untuk dieksploitasi sebagai komoditas perdagangan. Spesies-spesies *flagship* ini diharapkan akan mendapat perhatian lebih untuk konservasinya.

1 *Indotestudo forstenii* (Schlegel & Muller, 1844)

Indotestudo forstenii atau baning sulawesi pertama kali dipertelakan oleh Schlegel dan Muller pada tahun 1844 dengan nama *Testudo forstenii* dan lokasi tipe "Gilolo" atau Halmahera. Lokasi tipe dan persebaran di Halmahera ini menjadi perdebatan, karena hingga saat ini belum pernah ada laporan keberadaan kura-kura ini di Halmahera. Spesies yang merupakan satu dari tiga spesies yang ada dalam marga *Indotestudo* ini ditetapkan mempunyai sebaran terbatas Sulawesi (TTWG 2021) .

Indotestudo forstenii adalah satu satu spesies kura-kura darat yang ditemukan di garis Wallacea (Hoogmoed & Crumly 1984) dan terdistribusi dari Sulawesi Tengah hingga Sulawesi Utara (Platt *et al*. 2001; Riyanto *et al*. 2008; Ives *et al*. 2008; Uetz, 2024). Hidup dalam hutan perbukitan hingga pada ketinggian 200 m dpl (Riyanto *et al*. 2008; Ives *et al*. 2008). Semula spesies ini diduga terdiri atas beberapa spesies kriptik. Dugaan ini didasarkan pada variasi kehadiran dan ketidakhadiran keping nuchal. Namun Ives *et al*. (2008) membuktikan bahwa ada tidaknya keping nuchal hanya variasi morfologi, sedangkan secara genetik masih satu spesies.

Saat ini *I. forstenii* berstatus kritis dalam daftar merah IUCN dan masuk dalam Appendiks II CITES. Keterancaman kelestarian baning sulawesi ini oleh Riyanto dkk. (2008) dinyatakan salah satunya akibat aktivitas ilegal pemanenan dari alam. Selain itu, ancaman juga berupa kehilangan habitat sebagaimana dinyatakan Whitten *et al*. (1987). Hasil telaahan data landsat selama lima tahun (2002-2005) di Semenanjung Santigi yang merupakan salah satu habitat *I.forstenii* dilanjutkan dengan *ground check* menunjukkan adanya kehilangan habitat hutan *I.forstenii* mencapai 2.096,23 ha (60,04%) atau dengan laju kehilangan mencapai 419,25 ha/tahun (Riyanto *et al*. 2020). Oleh karena itu spesies ini masuk dalam 25 top spesies kura-kura terancam di dunia (Stanford *et al*. 2018).

Baning sulawesi mempunyai kepala yang berwarna kuning tanpa adanya garis-garis atau bercak (Gambar 4.31). Perisai punggung mempunyai perbandingan panjang sekitar dua kali tingginya dengan bagian atas datar. Tiap keping berwarna kuning dengan pusat berwarna hitam. Garis pertumbuhan setiap keping biasanya tampak jelas. Keping nukhal tidak selalu ada, kalau ada sangat kecil sempit dan panjang. Tepi keping marginal bergerigi pada individu muda dan menjadi rata saat dewasa. Keping marginal berjumlah 12 pasang, keping suprakaudal hanya satu buah membulat ke arah bawah. Perisai perut kuning dengan pusat berwarna hitam dan rata pada bagian depan, melekuk dalam pada ujung keping anal. Keping pektoral lebih sempit dibandingkan dengan keping humeral. Kaki ditutupi oleh sisik yang tersusun seperti genteng. Ekor diakhiri dengan penebalan duri. Bereproduksi dengan bertelur sebanyak 1-2 butir dalam setahun.



Gambar 4.31 Individu remaja Baning Sulawesi (*Indotestudo forstenii*) yang ditemukan di perbukitan Lembah Palu Sulawesi Tengah. (Foto: A. Riyanto).

2 *Leucocephalon yuwonoi* (McCord, Iverson & Boeadi, 1995)

Leucocephalon yuwonoi atau kura-kura hutan sulawesi pertama kali dideskripsikan oleh McCord, Iverson dan Boeadi pada tahun 1995 dengan nama *Geoemyda yuwonoi* dan lokasi tipe Gorontalo. Sebelum dideskripsi pada tahun 1995, sesungguhnya spesies ini sudah marak diperdagangkan dan diekspor secara legal sebagai sumber daya perikanan dan tidak diberikan status perlindungan khusus (Samedi & Iskandar 2000). Semenjak tahun 2002 Indonesia menerapkan *zero quota* karena kondisi populasinya di alam yang terancam. Persebaran spesies ini sangat terbatas yaitu dari perbatasan kebun kopi Sulawesi Tengah hingga Gorontalo. Hidup di sungai dan anak sungai dangkal, dengan air jernih, mengalir dengan substrat berpasir dan bebatuan dalam hutan dataran rendah. Namun beberapa populasi di sepanjang pantai barat Sulawesi Tengah juga ditemukan di aliran air dekat pemukiman. Kemungkinan individu-individu tersebut adalah hasil hanyutan dari dalam hutan ketika terjadi banjir, mengingat sungai di wilayah pantai barat sering mengalami banjir.

Kura-kura hutan sulawesi bersifat semiakuatik dan masuk dalam 25 top spesies kura-kura terancam di dunia (Stanford *et al*. 2018) dan berstatus kritis (IUCN, 2023). Kemampuan reproduksi *L. yuwonoi* di alam liar belum diketahui (Hagen *et al*. 2009), namun para ahli kura-kura percaya spesies ini mempunyai kemampuan reproduksi yang sangat rendah. Riyanto (2006) melaporkan berdasarkan pembedahan terhadap tiga bangkai betina yang berasal dari Moutong (Taopa), Sindue dan Damsel ternyata hanya mempunyai empat butir telur (Tabel 4.16), senada dengan laporan Innis (2003) bahwa betina hanya bertelur satu atau dua butir per clutch. Kematangan seksual betina pada ukuran panjang perisai punggung yang bervariasi dari 17,5 cm (Innis, 2003) hingga 18–20 cm (Riyanto, 2006). Laju pertumbuhan juga tergolong lambat yang dibuktikan oleh Hagen *et al*. (2009) bahwa individu anakan mencapai ukuran panjang perisai punggung 200 mm pada usia 8 tahun dan sehingga diperkirakan seksual baik jantan dan betina mulai pada umur 7–10 tahun.

Tabel 4.16 Data biologi dan reproduksi *L. yuwonoi* berdasarkan pembedahan individu betina mati dari Sulawesi Tengah

Asal sampel	Panjang perisai punggung (cm)	Berat (kg)	Jumlah telur
Moutong (Taopa)	20,0	-	2
Sindue	19,0	1,20	1
Bangkir (Damsel)	18,4	1,15	1

Daya jelajah kura-kura hutan Sulawesi juga tergolong rendah sebagai mana dilaporkan Simms *et al*. (2022) meskipun dengan menghindari penggunaan istilah "*home-range*" karena durasi penelitian mereka yang pendek. Mereka melaporkan bahwa luas wilayah yang ditempati *L. yuwonoi* bila dibandingkan dengan spesies lain dalam suku Geoemydidae (Tabel 4.17) ternyata *L. yuwonoi* menempati wilayah terkecil.

Tabel 4.17 Perbandingan wilayah jelajah (*home-range*) *L. yuwonoi* dengan spesies Geoemydidae lainnya.

Spesies	Habitat	N	Home range±SD (ha)		Referensi
			MCP	KDE50	
Leucocephalon yuwonoi	Semiakuatik	14	0,49±0,42	0,07±0,06	Simms *et al.*, 2022
Cuora flavomarginata	Semiakuatik	17	1,06±1,62	NA	Lue & Chen, 1999
Cyclemys oldhamii	Semiakuatik	13	13,9±15,76	0,06±0,05	Durkin, 2012
Mauremys leprosa	Aquatik	6	3,27±0,76	NA	Pe´rez-Santigosa *et al.*, 2013
Melanochelys tricarinata	Terrestrial	a	1,15±tidak diketahui	NA	Mondal *et al.*, 2016
Rhinoclemmys rubida perixantha	Terrestrial	12	0,92±0,41	NA	Butterfield *et al.*, 2018
Vijayachelys silvatica	Terrestrial	11	7,2±4,77	NA	Vasudevan *et al.*, 2010

Panjang perisai punggung dapat mencapai 25 cm. Kepala berbentuk triangular. Terdapat perbedaan morfologi antara jantan dan betina, yaitu pada ukuran dan warna kepala. Kepala individu jantan dewasa berukuran lebih besar dan berwarna kuning atau krem dengan bercak-bercak hitam pada bagian atas, sedangkan pada betina berwarna hitam atau gelap dengan bercak putih di dagu. Iris mata kuning. Perisai punggung merah coklat dengan bercak-bercak besar dan kecil, tidak teratur berwarna coklat tua. Ketika masih anakan, perisai punggung berwarna abu-abu kehijauan dengan struktur mirip duri bercabang dua pada tepi keping marginal. Keping nukhal sangat kecil. Keping marginal pertama dan kedua relatif panjang sehingga perisai tampak berlekuk dalam di bagian depan. Pada perisai punggung terdapat lunas vertebral yang menonjol, bagian belakang perisai punggung agak bergerigi. Keping vertebral pertama lebih sempit di bagian muka, sedang vertebral terakhir melebar di bagian belakang. Perisai perut cembung, keping marginal relatif sangat tebal dan tidak menyentuh tanah. Bagian depan dan belakang perisai perut mempunyai lekukan segitiga yang tidak begitu dalam. Kaki depan dengan sisik besar berwarna kuning.

Pada spesies ini terdapat fenomena *sex dimorphisms* khususnya pada individu dewasa yaitu pada ukuran dan corak warna kepala. Individu jantan dewasa mempunyai ukuran lebih besar dan berwarna lebih terang kekuningan pada kepala demikian juga pada tempurungnya, sedangkan individu betina ukuran lebih kecil dan dorsal kepala beserta area bibir berwarna hitam atau cokelat gelap dengan bagian dagu terang atau keputihan.

Berdasarkan karakter biologi, ancaman dari eksploitasi, kerusakan, dan hilangnya habitat, serta sebaran yang terbatas (endemik) maka *I.forstenii* maupun *L. yuwonoi* sudah mendesak untuk segera dimasukkan dalam daftar spesies yang dilindungi. Beriringan dengan usulan untuk dilindungi perlu pula pendekatan lain sebagai upaya konservasi seperti program "Ekowisata Kura-kura Endemik" yang melibatkan partisipasi masyarakat setempat (Riyanto dkk. 2024). Loubser *et al*. (2001) menyatakan bahwa kegiatan ekowisata (*ecotourism*) telah banyak diterapkan dalam upaya konservasi. Charnley (2005) menjelaskan bahwa ekowisata menjadi alat pembangunan karena memberikan manfaat baik dalam konservasi maupun ekonomis. Secara teori, terjadi distribusi beberapa manfaat kepada masyarakat lokal akan memberi mereka insentif untuk melindungi kawasan alami yang menarik wisatawan menjadi lebih banyak. Ross & Wall (1999) mengingatkan bahwa ekowisata tersebut harus mempunyai hubungan sinergis antara pariwisata, keanekaragaman hayati dan masyarakat lokal, yang difasilitasi oleh strategi manajemen yang tepat.



Gambar 4.32 Kura-kura hutan sulawesi (*Leucocephalon yuwonoi*) yang ditemukan di sungai Aluangas Sulawesi Tengah. Gambar kiri individu jantan dewasa, sedangkan kanan individu anakan. (Foto: A. Riyanto).

4.2.2.4
Ikan

Sebagian besar ikan asli Sulawesi adalah spesies air payau yang toleran terhadap air tawar. Beberapa di antaranya terbatas hidup di danau, sedangkan *Angguila* spp. atau sidat beruaya antara danau dan lautan. Daftar periksa beranotasi spesies ikan yang tercatat di perairan pedalaman Sulawesi memiliki total 226 spesies (Tabel 4.17), dari 112 marga dan 56 suku. Gobiidae (41 spesies), Adrianichthyidae (20 spesies) dan Telmatherinidae (19 spesies) membentuk total 43% dari total keanekaragaman spesies. 65 spesies endemik di perairan tawar Sulawesi, termasuk 19 Tematherinidae, 17 Adrianichthyidae, dan 17 Zenarchopteridae. Sebanyak 44% fauna ikan darat adalah ikan air tawar obligat, diikuti oleh euryhaline (38%) dan taksa amphi, ana- atau diadromous (29%). Sedangkan 65 spesies telah dicatat dari lingkungan lakustrin. Namun, data yang tersedia belum mewakili keseluruhan habitat air tawar pulau Sulawesi. Keanekaragaman spesies ikan dari danau sebagian besar telah dieksplorasi, sedangkan ichthyofaunas sungai belum tereksplorasi semua (Miesen *et al*. 2015).



Gambar 4.33
Ikan endemik spesies *Oryzias soerotoi* dari Danau Tiu, Sulawesi Tenggara

Beberapa penelitian terkait dengan ekplorasi ikan-ikan di perairan sungai telah dilakukan dalam 10 tahun terakhir (Parenti *et al.,* 2014; Herjayanto *et al.,* 2019; Bataragoa & Kambey, 2021; Nur *et al.,* 2021; Papatungan, 2023). Salah satu ikan endemik yang diperoleh adalah spesies *Oryzias soerotoi* dari Danau Tiu Sulawesi Tengah (Gambar 4.33).

Tabel 4.18 Keanekaragaman spesies ikan air tawar di ekoregion Sulawesi. K =*Insufficiently Known; T = Threatened; CT = Commercially Threatened.*

Kelompok	Jumlah	Keterangan	Pustaka
Asli	226	-	Miesen *et al*. 2015
Endemik	68	-	Hadiaty, 2018
Status IUCN	28	K=1; E=6; V=13; R=2	Suwelo, 2005
Introduksi	23	Mayoritas ikan konsumsi	Herjayanto *et al.,* 2019; Bataragoa & Kambey, 2021; Nur *et al.,* 2021; Papatungan, 2023

Dari perairan tawar pulau ini telah dideskripsi 68 spesies ikan endemik dari tujuh suku (Tabel 4.18), yang tergolong kedalam empat ordo. Ke tujuh suku tersebut adalah Adrianichthyiidae (19 spesies, dua marga), Telmatherinidae (16 spesies, empat marga), Zenarchopteridae (15 spesies, tiga marga), Gobiidae (14 spesies, empat marga), Anguillidae (satu spesies, satu marga), Eleotridae dua spesies, dua marga), dan Terapontidae (satu spesies, satu marga). Sebagian besar spesies endemik di P. Sulawesi hidup di perairan danau (45 spesies, 66,2%), dan 23 spesies hidup di perairan sungai. Spesies pertama yang dideskripsi dari P. Sulawesi adalah *Glossogobius celebius* oleh Valenciennes tahun 1837. Delapan spesies ditemukan pada abad 19, sampai sebelum kemerdekaan Indonesia telah ditemukan 29 spesies, dan setelah kemerdekaan ditemukan 39 spesies (Hadiaty, 2018).

Tabel 4.19 Iktiofauna endemik dari perairan Pulau Sulawesi.

No	Ordo	No	Famili	No	Species, Author & Tahun Publikasi
1	Anguiliformes	1	Anguillidae	1	*Anguilla celebesensis* Kaup, 1856
2	Atheriniformes	2	Telmatherinidae	2	*Marosatherina ladigesi* (Ahl, 1936)
				3	*Paratherina cyanea* Aurich, 1935
				4	*Paratherina labiosa* Aurich, 1935
				5	*Paratherina striata* Aurich, 1935
				6	*Paratherina wolterecki* Aurich, 1935
				7	*Telmatherina abendanoni* Weber, 1913
				8	*Telmatherina antoniae* Kottelat, 1991
				9	*Telmatherina bonti* Weber & de Beaufort, 1922
				10	*Telmatherina celebensis* Boulenger, 1897
				11	*Telmatherina obscura* Kottelat, 1991
				12	*Telmatherina opudi* Kottelat, 1991
				13	*Telmatherina prognatha* Kottelat, 1991
				14	*Telmatherina* Sarasin*orum* Kottelat, 1991
				15	*Telmatherina wahjui* Kottelat, 1991
				16	*Tominanga aurea* Kottelat, 1990
				17	*Tominanga sanguicauda* Kottelat, 1990
3	Beloniformes	3	Adrianichthyiidae	18	*Adrianichthys kruyti* Weber, 1913
				19	*Adrianichthys oophorus* (Kottelat, 1990)
				20	*Adrianichthys poptae* (Weber & de Beaufort, 1922)
				21	*Adrianichthys roseni* Parenti & Soeroto, 2004
				22	*Oryzias asinua* Parenti, Hadiaty, Lumbantobing & Herder, 2013
				23	*Oryzias bonneorum* Parenti, 2008
				24	*Oryzias celebensis* (Weber, 1894)
				25	*Oryzias eversi* Herder, Hadiaty & Nolte, 2012
				26	*Oryzias hadiatyae* Herder & Chapuis, 2010
				27	*Oryzias marmoratus* (Aurich, 1935)
				28	*Oryzias matanensis* (Aurich, 1935)
				29	*Oryzias nebulosus* Parenti & Soeroto, 2004
				30	*Oryzias nigrimas* Kottelat, 1990
				31	*Oryzias orthognathus* Kottelat, 1990
				32	*Oryzias profundicola* Kottelat, 1990
				33	*Oryzias* Sarasin*orum* (Popta, 1905)
				34	*Oryzias soerotoi* Mokodongan, Tanaka & Yamahira, 2014
				35	*Oryzias wolasi* Parenti, Hadiaty, Lumbantobing & Herder, 2013
				36	*Oryzias woworae* Parenti & Hadiaty, 2010
		4	Zenarchopteridae	37	*Dermogenys orientalis* (Weber, 1894)
				38	*Dermogenys vogti* Brembach, 1982
				39	*Nomorhamphus brembachi* Vogt, 1978
				40	*Nomorhamphus celebensis* Weber & de Beaufort, 1922
				41	*Nomorhamphus ebrardtii* (Popta, 1912)
				42	*Nomorhamphus hageni* (Popta, 1912)
				43	*Nomorhamphus kolonodalensis* Meisner & Louie, 2000

				44	*Nomorhamphus lanceolatus* Huylebrouck, Hadiaty & Herder, 2014
				45	*Nomorhamphus liemi* Vogt, 1977
				46	*Nomorhamphus megarrhamphus* (Brembach, 1982)
				47	*Nomorhamphus rex* Huylebrouck, Hadiaty & Herder, 2012
				48	*Nomorhamphus sagittarius* Huylebrouck, Hadiaty & Herder, 2014
				49	*Nomorhamphus towoetii* Ladiges, 1972
				50	*Nomorhamphus weberi* (Boulenger, 1897)
				51	*Tondanichthys kottelati* Collette, 1995
4	Perciformes	5	Terapontidae	52	*Lagusia micracanthus* (Bleeker, 1860)
		6	Eleotridae	53	*Bostrychus microphthalmus* Hoese & Kottelat, 2005
				54	*Belobranchus segura* Keith, Hadiaty & Lord, 2012
				55	*Glossogobius celebius* (Valenciennes, 1837)
		7	Gobiidae	56	*Glossogobius flavipinnis* (Aurich, 1938)
				57	*Glossogobius intermedius* Aurich, 1938
				58	*Glossogobius mahalonensis* Hoese, Hadiaty & Herder, 2015
				59	*Glossogobius matanensis* (Weber, 1913)
				60	*Lentipes mekonggaensis* Keith & Hadiaty, 2014
				61	*Mugilogobius adeia* Larson & Kottelat, 1992
				62	*Mugilogobius amadi* (Weber, 1913)
				63	*Mugilogobius hitam* Larson, Geiger, Hadiaty & Herder, 2014
				64	*Mugilogobius latifrons* (Boulenger, 1897)
				65	*Mugilogobius lepidotus* Larson, 2001
				66	*Mugilogobius rexi* Larson, 2001
				67	*Mugilogobius sarasinorum* (Boulenger, 1897)
				68	*Redigobius penango* (Popta, 1922)

Menurut Suwelo (2005), Danau Poso memiliki spesies terbanyak sebesar 30 spesies. Pemanfaatan terhadap ikan pada 11 danau di Sulawesi adalah sebagai ikan konsumsi dan ikan hias yang sangat masif. Beberapa spesies ikan yang dikaji IUCN tampak pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Spesies Ikan Tawar Indonesia Terancam Punah yang Tercantum dalam IUCN *Red List of Threatened Species (IUCN-The World Conservation Union, 1990).* (Singkatan kategori kelangkaan: *E = Endangered; V = Vulnerable; R = Rare; I = Indeterminate; K = Insufficiently Known).*

Bangsa, Suku, Spesies	Distribusi	Status IUCN 2024
Ordo Osteoglossiformes		
Fam. Osteoglossidae		
Scleropages formosus	Asia Tenggara	
Ordo Beloniformes		
Fam. Adrianichthyidae		
Adrianichthys kruyti	Sulawesi	CR
Adrianichthys oophorus	Sulawesi	LC
Adrianichthys poptae	Sulawesi	EN
Oryzias sarasinorum	Sulawesi	NT
Oryzias marmoratus	Sulawesi	NT
Oryzias matanensis	Sulawesi	NT
Oryzias nigrimas	Sulawesi	NT
Oryzias orthognathus	Sulawesi	NT
Oryzias profundicola	Sulawesi	

Fam. Hemiramphidae		
Nomorhamphus megarrhampus	Sulawesi	NT
Nomorhamphus weberi	Sulawesi	NT
Nomorhamphus celebensis	Sulawesi	EN
Ordo Antheriniformes		
Fam. Telmatherinidae		
Paratherina cyanea	Sulawesi	NT
Paratherina labiosa	Sulawesi	CR
Paratherina striata	Sulawesi	NT
Paratherina wolterecki	Sulawesi	NT
Telmatherina abendanoni	Sulawesi	NT
Telmatherina bonti	Sulawesi	EN
Telmatherina celebensis	Sulawesi	NT
Marosatherina ladigesi	Sulawesi	VU
Ordo Perciformes		
Fam. Gobiidae		
Glossogobius intermedius	Sulawesi	NT
Glossogobius matanensis	Sulawesi	NT
Glossogobius flavipinnis	Sulawesi	NT
Mugilogobius Sarasin*orum*	Sulawesi	EN
Mugilogobius amadi	Sulawesi	CR

Sumber : Suwelo (2005)

Disamping keberadaan spesies asli, di Sulawesi banyak diintroduksi ikan air tawar dari wilayah biogeografi lain yang kemudian berkembang yang dikenal sebagai ikan konsumsi dan menjadi pesaing ikan asli. Diantara spesies yang telah diintroduksi secara sengaja atau tidak sengaja adalah ikan gabus (*Channa striata*), betok (*Anabas testudineus*) yang mendominasi perikanan air tawar (Whitten *et al*. 2012). Beberapa suku ikan introduksi lainnya yang mendominasi perairan banyak berasal dari Cichlidae (mujair, nila, midas, "*red devil*", "Cichlasoma"), Cyrinidae (mas, nilem, tawes), Belontiidae (sepat, gurami, tambakan), Clariidae (kelompok ikan lele), Poeciliidae (ikan seribu, guppy), Loricariidae (sapu-sapu), Pangasiidae (kelompok patin), Synbranchtidae (belut) (Herjayanto *et al.,* 2019; Bataragoa & Kambey, 2021; Nur *et al.,* 2021; Papatungan, 2023). Diantara ikan introduksi di Sulawesi, ikan nila didapati di delapan danau.

Khusus ikan endemik, perlindungan hukum merupaka salah satu cara penyelamatan dari kepunahan dan diupayakan konservasi in-situ serta pembudidayaan untuk pemanfaatan berdasarkan telaah ilmiah (Tabel 4.21). Konservasi secara *in situ* (habitat) dan / atau *ex situ* (budidaya) perlu dilakukan agar keanekaragaman ikan tetap lestari. Melalui akuakultur, pengembang biakan spesies endemik yang berpotensi sebagai ikan hias dan/atau konsumsi dapat dihindarkan dari eksploitasi melalui penangkapan berlebih di alam.



Gambar 4.34 *Latimeria menadoensis* (MZB 0000), Museum Zoologicum Bogoriensis, Cibinong, Indonesia (Sumber: Pouyaud *et al.,* 1999).

Tabel 4.21 Spesies ikan yang dilindungi di Sulawesi.

No	Spesies	Nama Lokal	Status
1	*Anguilla marmorata*	Sidat	Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan (Kepmen KP) Nomor 80 Tahun 2020 tentang Perlindungan Terbatas Ikan Sidat.
2	*Anguilla bicolor*	Sidat	Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan (Kepmen KP) Nomor 80 Tahun 2020 tentang Perlindungan Terbatas Ikan Sidat
3	*Mobula alfredi*	Manta	Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 4/KEPMEN-KP/2014 Tahun 2014 tentang Penetapan Status Perlindungan Penuh Ikan Pari Manta
4	*Mobula birostris*	Manta	Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 4/KEPMEN-KP/2014 Tahun 2014 tentang Penetapan Status Perlindungan Penuh Ikan Pari Manta
5	*Pterapogon kauderni*	Banggai	Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 49/KEPMEN-KP/2018 Tahun 2018 tentang Penetapan Status Perlindungan Terbatas Ikan Capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*)
6	*Cheilinus undulatus*	Napoleon	Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 37/KEPMEN-KP/2013 Tahun 2013 tentang Penetapan Status Perlindungan Ikan Napoleon (*Cheilinus undulatus*)
7	*Latimeria menadoensis*	Raja laut	Kepmen Kp No. 1 Tahun 2021. Perlindungan penuh

4.2.2.5 Insekta

Serangga/Insekta merupakan kelompok fauna yang beragam, terdiri dari banyak ordo/bangsa dan paling banyak jumlah spesiesnya di dunia. Penelitian mengenai serangga di Sulawesi telah banyak dilakukan walaupun masih banyak juga taksa dan wilayah yang belum dieksplorasi. Beberapa kelompok yang telah diteliti adalah dari Lepidoptera, Coleoptera, dan Odonata.

1 *Indotestudo forstenii* (Schlegel & Muller, 1844)

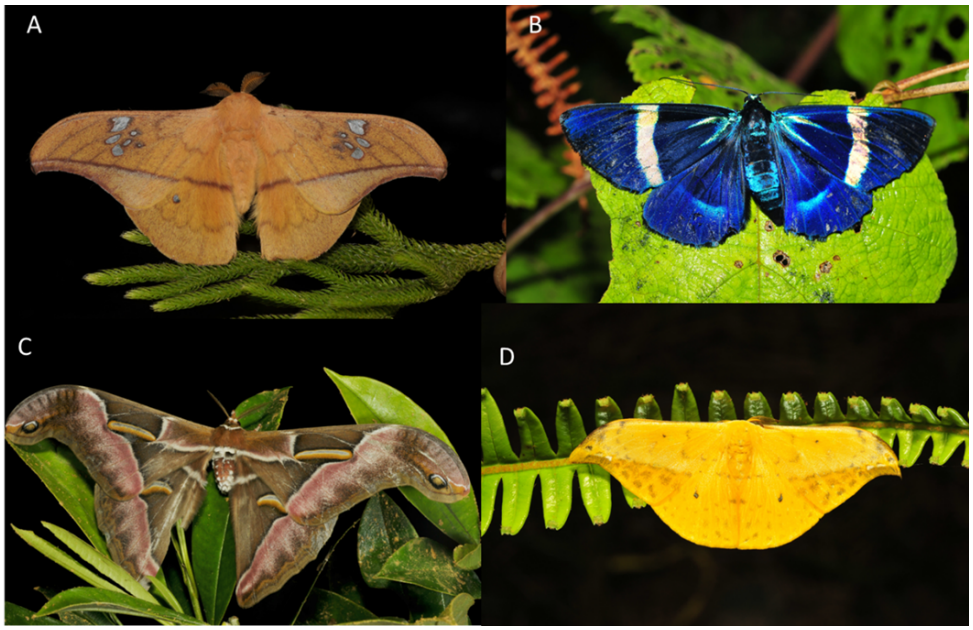
Lepidoptera adalah bangsa yang terdiri atas kupu-kupu dan ngengat (kupu-kupu malam). Bangsa Lepidoptera memiliki karakteristik sayap yang ditutupi oleh sisik halus. Di dunia, diperkirakan terdapat sekitar 180.000 spesies Lepidoptera, yaitu mencapai 10% dari keseluruhan spesies makhluk hidup yang telah dipertelakan (Mallet, 2014).

Terdapat 557 spesies kupu-kupu di Sulawesi dengan endemisitas lebih dari 40% (Vane-Wright & de Jong 2003; Gambar 4.35) Peran kupu-kupu di dalam ekosistem terutama sebagai polinator dan juga sebagai mangsa berbagai predator, misal burung, reptil, dan Arthropoda lain (Pinheiro & Cintra 2017, Halali *et al*. 2019, Hermann *et al*. 2019).



Gambar 4.35 Kupu-kupu Sulawesi: A. *Zethera incerta*, B. *Graphium androcles*, C. *Graphium rhesus*. (Foto: Muslim A. Furqan).

Dari kelompok ngengat (Gambar 4.36), Heppner (1989) melaporkan 2.475 spesies ngengat termasuk dalam 43 marga yang merupakan hasil penelitian dari sebuah ekspedisi besar di Semenanjung Minahasa (Sulawesi Utara). Di Indonesia diperkirakan terdapat >12.000 spesies ngengat. Jumlah tersebut merupakan 5% dari total spesies Lepidoptera dunia (Sutrisno, 2020).



Gambar 4.36 A. Ngengat dari Sulawesi, B. *Milionia delicatula*, C. *Attacus* sp., D. *Loepa* sp. (Foto: Darmawan).

2 *Odonata* (Capung)

Keanekaragaman spesies capung di dunia mencapai >6.000 spesies, sedangkan di Indonesia dilaporkan terdapat sekitar 900 spesies atau (14% dari keanekaragaman capung dunia). Dari jumlah tersebut, sebanyak 146 spesies ditemukan di Sulawesi (Gambar 4.37; Lupiyaningdyah, 2020).

Capung dikenal sebagai bioindikator lingkungan. Dalam siklus perkembangbiakannya, capung akan bertelur dalam air yang kemudian berkembang menjadi nimfa. Nimfa capung bersifat sensitif terhadap pencemaran sehingga menjadikannya sebagai bioindikator kesehatan ekosistem air.



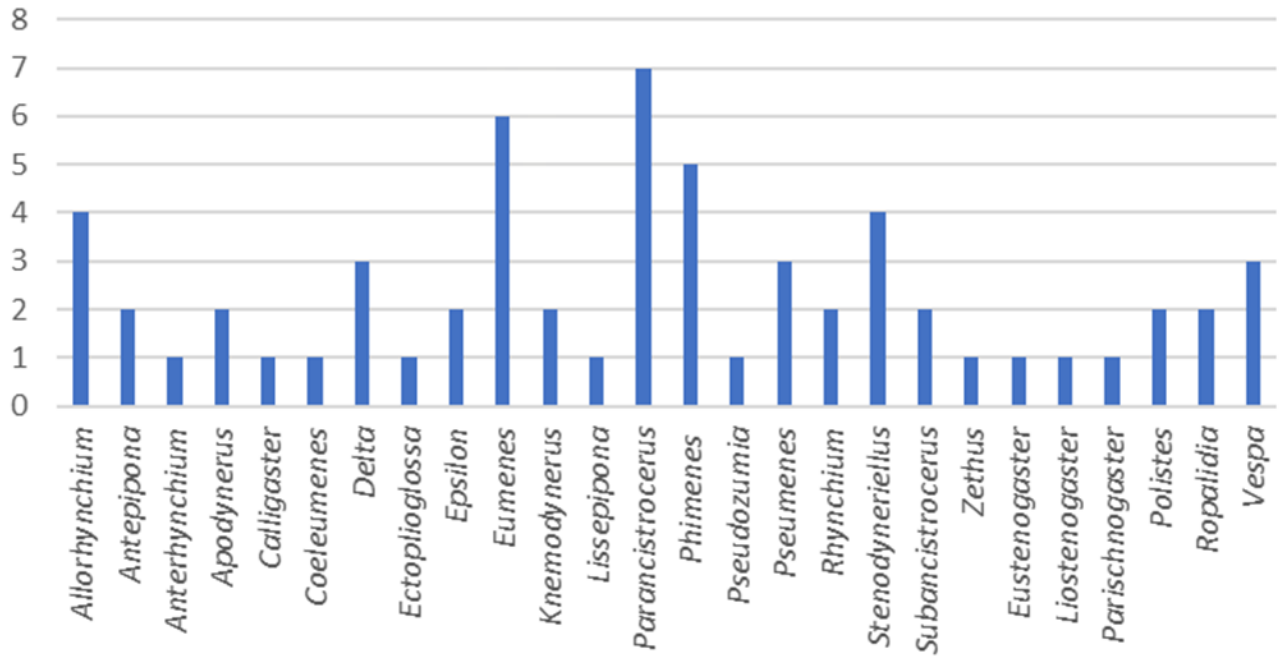
Gambar 4.37 Capung dari Sulawesi. (A). *Libellago manganitu,* endemik Pulau Sangihe. Foto: P. Lupiyaningdyah (2023); (B). Capung anggota *Libellulidae.* (Foto: Darmawan 2016).

3 Hymenoptera (Tawon)

Hymenoptera merupakan bangsa serangga yang antara lain terdiri atas semut, lebah, tawon, dan lalat gergaji. Ciri-ciri Hymenoptera adalah memiliki dua pasang sayap bermembran, dengan sayap depan berbeda ukuran dengan sayap belakang, tipe alat mulut menggigit atau menjilat-menggigit, dan ruas terakhir abdomennya menjadi alat penyengat (Borror, 1992)

Tawon

Salah satu suku pada Hymeoptera adalah Vespidae (tawon) yang terdiri dari enam sub suku, yaitu Polistinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Masarinae, Euparagiinae, dan Vespinae. Setidaknya empat kelompok tersebar di Asia Tenggara dan Papua yaitu Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae, dan Vespinae (Nugroho *et al.,* 2011). Tawon ditemukan hidup secara soliter dan ada pula yang hidup berkoloni. Sarang tawon ditemukan di batang pohon berongga, di cabang atau ranting pohon, di celah bebatuan, di tanah, dan pada bangunan. Tawon dalam ekosistem berperan sebagai predator. Tercatat sebanyak 390 spesies Vespidae di Indonesia, sedangkan di Sulawesi diketahui terdapat 61 spesies yang termasuk dalam 26 marga (Nugroho *et al.,* 2011; Gambar 4.38).



Gambar 4.38 Jumlah spesies dalam marga-marga tawon di Sulawesi

Lebah Tanpa Sengat (*Stingless bee*)

Lebah merupakan serangga eusosial (berkasta dan saling berkorban) yang hidup dalam koloni. Lebah terbagi dalam 3 kelompok yaitu lebah madu/*honey bee* (Apini), lebah tanpa sengat/*stingless bee* (Meliponini), dan *bumble bee* (Bombini) (Kahono *et al.,* 2018).

Indonesia memiliki 46 spesies lebah tanpa sengat yang termasuk ke dalam 10 marga (Engel *et al.,* 2018). Terdapat tujuh spesies lebah tanpa sengat di Pulau Sulawesi (Suriawanto *et al.,* 2017; Suhri *et al.,* 2023; Tabel 4.22), yang hidup pada dataran rendah, kecuali satu spesies endemik Sulawesi, *Wallacetrigona incisa* (Sakagami & Inoue, 1989), yang hidup di dataran tinggi dan pegunungan Sulawesi pada ketinggian sekitar 800–2.200 m dpl (Rasmussen *et al.,* 2017; Suhri *et al.,* 2021). Lebah *W. incisa* tidak memiliki preferensi khusus untuk sumber pakannya. Beberapa tumbuhan hutan yang digunakan sebagai sumber pakan lebah ini adalah pinus, mangga hutan, jambu, damar, tusam, lada gunung, dan lain-lain (Suhri *et al.,* 2023).

Tabel 4.22 Daftar spesies lebah tanpa sengat di Sulawesi.

Spesies
Wallacetrigona incisa
Tetragonula fuscobalteata
Tetragonula laeviceps
Tetragonula sapiens
Tetragonula clypearis
Tetragonula pagdeni
Tetragonula biroi
Lepidotrigona terminata

4.2.2.4 Moluska

Penelitian fauna moluska di Sulawesi dipelopori oleh Sarasin bersaudara (Paul & Fritz Sarasin), ilmuwan dari Swiss pada tahun 1897–1899. Berdasarkan spesies ilmiah moluska yang tersimpan di MZB-BRIN, tercatat sekitar 230 spesies keong (darat, laut, air tawar) dan kerang yang telah dikoleksi dari Sulawesi.

Keong-keong yang ditemukan hidup di danau Poso dan komplek Danau Malili adalah spesies-spesies endemik, bukti terjadinya proses isolasi, radiasi adaptif, dan spesiasi (von Rintelen & Glaubrecht, 2005). Enam belas spesies keong dari danau purba di Sulawesi dideskripsi pertama kali oleh Sarasin & Sarasin tahun 1897 sebagai kelompok Palaomelanien yang saat ini dikenal sebagai marga Tylomelania anggota Suku Pachychilidae. Hingga saat ini tercatat 46 spesies Tylomelania dari Danau Malili dan perairan di sekitarnya (von Rintelen & Glaubrecht, 2003; von Rintelen & Glaubrecht, 2005; von Rintelen & Glaubrecht, 2008). Selain itu terdapat pula 29 spesies keong Sulawesidrobia dan dua spesies keong marga Keindahan (Haase & Bouchet 2006; Zielske *et al.,* 2011; Haase *et al.,* 2023). Kerang endemik yang dilaporkan hidup di kawasan danau purba sebanyak lima spesies yakni kerang marga Corbicula (Gambar 4.40; Tabel 4.21). Selain itu masih terdapat sejumlah keong yang diduga hanya ada di perairan di Sulawesi yaitu *Sermyla kupaensis,* Lentge-Maaß, Neiber, Gimnich & Glaubrecht, 2020; *Celetaia persculpta* P. Sarasin & F. Sarasin, 1897; dan *Miratesta celebensis* P. Sarasin & F. Sarasin, 1897.

Tabel 4.23 Daftar spesies keong dan kerang endemik dari danau purba dan perairan tawar Sulawesi

Marga *Tylomelania*	Marga *Sulawesidrobia*
1. Tylomelania abendanoni (Kruimel, 1913)	*1. Sulawesidrobia abreui Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
2. Tylomelania amphiderita Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, 2007	*2. Sulawesidrobia anceps Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
3. Tylomelania bakara Rintelen & Glaubrecht, *2003*	*3. Sulawesidrobia angusta Haase* & Bouchet, *2006*
4. Tylomelania baskati Rintelen & Glaubrecht, *2008*	*4. Sulawesidrobia bicolor Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
5. Tylomelania carbo P. Sarasin & F. Sarasin, *1897*	*5. Sulawesidrobia bonnei (Abbott, 1945)*
*6. Tylomelania carota (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1898)*	*6. Sulawesidrobia botak Haase* & Bouchet, *2006*
*7. Tylomelania celebicola (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1898)*	*7. Sulawesidrobia bulat Haase* & Bouchet, *2006*
*8. Tylomelania centaurus (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1898)*	*8. Sulawesidrobia calvitium Haase* & Bouchet, *2006*
9. Tylomelania confusa Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*	*9. Sulawesidrobia carsonae Haase, von* Rintelen, *Harting, Marwoto* & Glaubrecht, *2023*
10. Tylomelania connectens P. Sarasin & F. Sarasin, *1898*	*10. Sulawesidrobia crutzeni Haase, von* Rintelen, *Harting, Marwoto* & Glaubrecht, *2023*
*11. Tylomelania gemmifera (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*	*11. Sulawesidrobia danau Haase* & Bouchet, *2006*
*12. Tylomelania hannelorae sp. nov.*Rintelen & Glaubrecht, *2008*	*12. Sulawesidrobia datar Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
13. Tylomelania helmuti Rintelen & Glaubrecht, *2003*	*13. Sulawesidrobia dinersteini Haase, von* Rintelen, *Harting, Marwoto* & Glaubrecht, *2023*
14. Tylomelania inconspicua Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*	*14. Sulawesidrobia ehrlichi Haase, von* Rintelen, *Harting, Marwoto* & Glaubrecht, *2023*
*15. Tylomelania insulaesacrae (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*	*15. Sulawesidrobia kecil Haase* & Bouchet, *2006*
16. Tylomelania kristinae Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*	*16. Sulawesidrobia kerajaan Haase* & Bouchet, *2006*
17. Tylomelania Kruimeli Rintelen & Glaubrecht, *2003*	*17. Sulawesidrobia langsing Haase* & Bouchet, *2006*
*18. Tylomelania kuli (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1898)*	*18. Sulawesidrobia mahalonaensis Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
*19. Tylomelania lalemae (*Kruimel, *1913)*	*19. Sulawesidrobia marwotoae Haase* & Bouchet, *2006*
*20. Tylomelania mahalonensis (*Kruimel, *1913)*	*20. Sulawesidrobia megalodon Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
*21. Tylomelania mahalonica (*Kruimel, *1913)*	*21. Sulawesidrobia perempuan Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
22. Tylomelania marwotoae Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*	*22. Sulawesidrobia posoensis Ponder & Haase, 2005*
*23. Tylomelania masapensis (*Kruimel, *1913)*	*23. Sulawesidrobia* Sarasin*orum Haase* & Bouchet, *2006*
24. Tylomelania matannensis Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*	*24. Sulawesidrobia siput Haase* & Bouchet, *2006*
*25. Tylomelania molesta (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1987)*	*25. Sulawesidrobia soedjatmokoi Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
*26. Tylomelania monacha (*Sarasin & Sarasin, *1899)*	*26. Sulawesidrobia towutiensis Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
27. Tylomelania neritiformis P. Sarasin & F. Sarasin, *1897*	*27. Sulawesidrobia whitteni Haase* & Bouchet, *2006*
*28. Tylomelania palicolarum (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*	*28. Sulawesidrobia wilsoni Haase, von* Rintelen, *Harting, Marwoto* & Glaubrecht, *2023*
*29. Tylomelania patriarchalis (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*	*29. Sulawesidrobia yunusi Zielske*, Glaubrecht & *Haase, 2011*
*30. Tylomelania perconica (*Sarasin & Sarasin, *1898)*	*30. Tylomelania perconica (*Sarasin & Sarasin, *1898)*
31. Tylomelania perfecta (Mousson, 1849)	*31. Tylomelania perfecta (Mousson, 1849)*
32. Tylomelania porcellanica P. Sarasin & F. Sarasin, *1897*	*32. Tylomelania porcellanica* P. Sarasin & F. Sarasin, *1897*
33. Tylomelania robusta (E. von Martens, 1897)	*33. Tylomelania robusta (E. von Martens, 1897)*
34. Tylomelania Sarasin*orum (*Kruimel, *1913)*	*34. Tylomelania* Sarasin*orum (*Kruimel, *1913)*
*35. Tylomelania scalariopsis (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*	*35. Tylomelania scalariopsis (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*
36. Tylomelania sinabartfeldi Rintelen & Glaubrecht, *2008*	*36. Tylomelania sinabartfeldi* Rintelen & Glaubrecht, *2008*
*37. Tylomelania tominangensis (*Kruimel, *1913)*	*37. Tylomelania tominangensis (*Kruimel, *1913)*
*38. Tylomelania tomoriensis (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1898)*	*38. Tylomelania tomoriensis (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1898)*
*39. Tylomelania toradjarum (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*	*39. Tylomelania toradjarum (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*
*40. Tylomelania towutensis (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*	*40. Tylomelania towutensis (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*
*41. Tylomelania towutica (*Kruimel, *1913)*	*41. Tylomelania towutica (*Kruimel, *1913)*
42. Tylomelania turriformis Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*	*42. Tylomelania turriformis* Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*
*43. Tylomelania wallacei (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1898)*	*43. Tylomelania wallacei (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1898)*
44. Tylomelania wesseli Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*	*44. Tylomelania wesseli* Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*
45. Tylomelania wolterecki Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*	*45. Tylomelania wolterecki* Rintelen, Bouchet & Glaubrecht, *2007*
*46. Tylomelania zeamais (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*	*46. Tylomelania zeamais (*P. Sarasin & F. Sarasin, *1897)*

Marga *Corbicula*	Marga *Keindahan*
1. Corbicula posoensis P. Sarasin & F. Sarasin, *1898*	*1. Keindahan fragilis Haase* & Bouchet, *2006*
2. Corbicula matanensis P. Sarasin & F. Sarasin, *1898*	Marga *Protancylus*
3. Corbicula linduensis Bollinger, 1914	*1. Protancylus pileolus* P.Sarasin & *F.*Sarasin, *1897*
4. Corbicula subplanata E. von Martens, 1897	*2. Protancylus adhaerens* P.Sarasin & *F.*Sarasin, *1897*
5. Corbicula (Posostrea) anomioides (Bogan & Bouchet, *1999)*	

Von Marten (1873) melaporkan keberadaan 27 spesies keong darat Sulawesi. Vermuelen (1992) mempublikasikan dua spesies marga Enteroplak dari Sulawesi Utara. Wim J.M. Maassen, biologist berkebangsaan Belanda, juga banyak melakukan penelitian keong darat di Sulawesi. Maassen dalam checklistnya menyebutkan terdapat 196 spesies keong darat, mencatat lima spesies keong Pupinidae endemik, dan menemukan 33 spesies baru dari suku Enidae, Diplommatinidae, dan Camaenidae (Maassen 1996; 1997; 1998; 2003; 2007; 2009). Pada tahun 2000 hingga 2003, di kawasan karst Maros, Pangkep, Pangkajene, dan Bone diperoleh 33 spesies keong darat, beberapa spesies diantaranya hanya dilaporkan keberadaannya dari Sulawesi yaitu Discartemon planus (Fulton, 1899), *Leptopoma celebesianum* Möllendorff, 1896 dan *Lagocheilus buginensis* P. Sarasin & F. Sarasin, 1899 (Marwoto, 2008; Marwoto & Isnaningsih, 2012). *Cyclotus longipilus* von Martens, 1865 adalah salah satu spesies keong unik berambut yang juga berhasil dikoleksi dari kawasan karst Maros (Marwoto, 2007; Gambar 4.39). Heryanto (2020) berhasil mengidentifikasi 68 spesies keong darat dan meneliti struktur komunitas keong darat dari gua-gua di kawasan karst Maros dan Pangkep Sulawesi Selatan. Sejumlah 43 spesies keong darat dari Gunung Gandang Dewata, Sulawesi Barat juga berhasil dikoleksi.



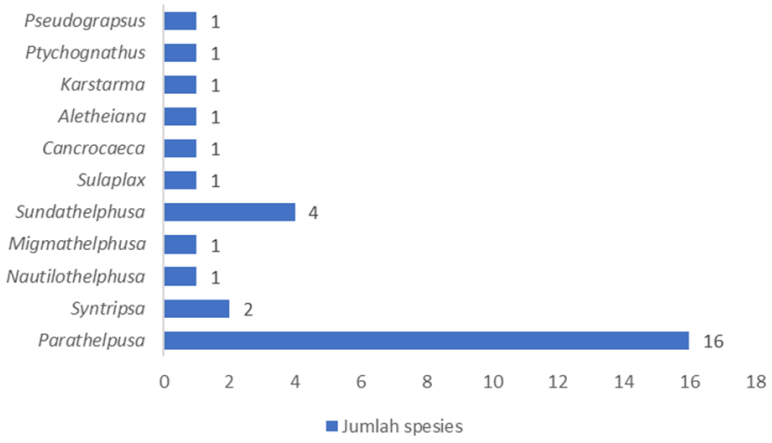
Gambar 4.39 Keong unik berbulu *Cyclotus longipilus*. (Sumber: Marwoto, 2007).

4.2.2.6 Krustasea Air Tawar dan Semi-Darat

Jumlah spesies krustasea air tawar dan semi-darat di Indonesia mencapai 310 spesies (IBSAP, 2024) yang mencakup spesies-spesies lobster, udang, dan kepiting. Sedangkan di Sulawesi sendiri tercatat sebanyak 72 spesies udang air tawar dan 30 spesies kepiting air tawar dan semi-darat.

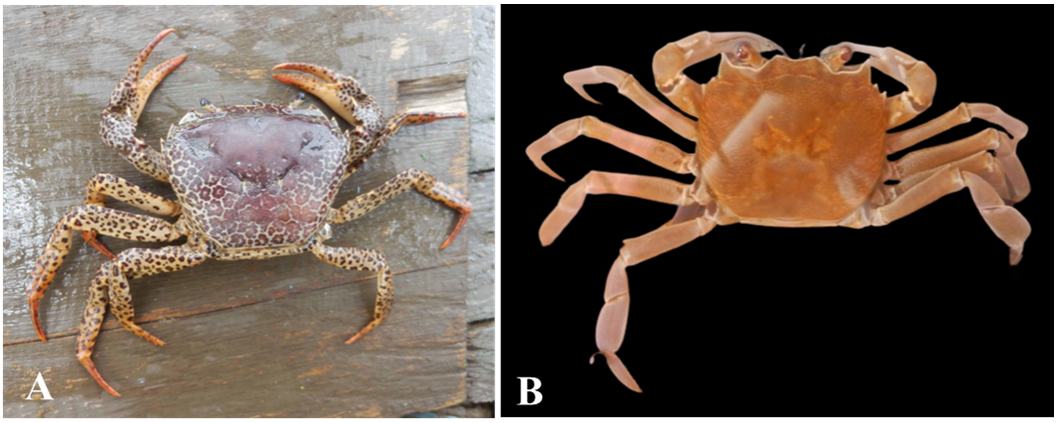
1 Kepiting Air Tawar

Terdapat sebelas marga kepiting air tawar yang ditemukan di Sulawesi yang hidup di habitat danau, sungai, dan gua (Gambar 4.40).



Gambar 4.40 Marga dan jumlah spesies kepiting air tawar yang ditemukan di Sulawesi (Cai & Ng 2001, Chia & Ng 2006).

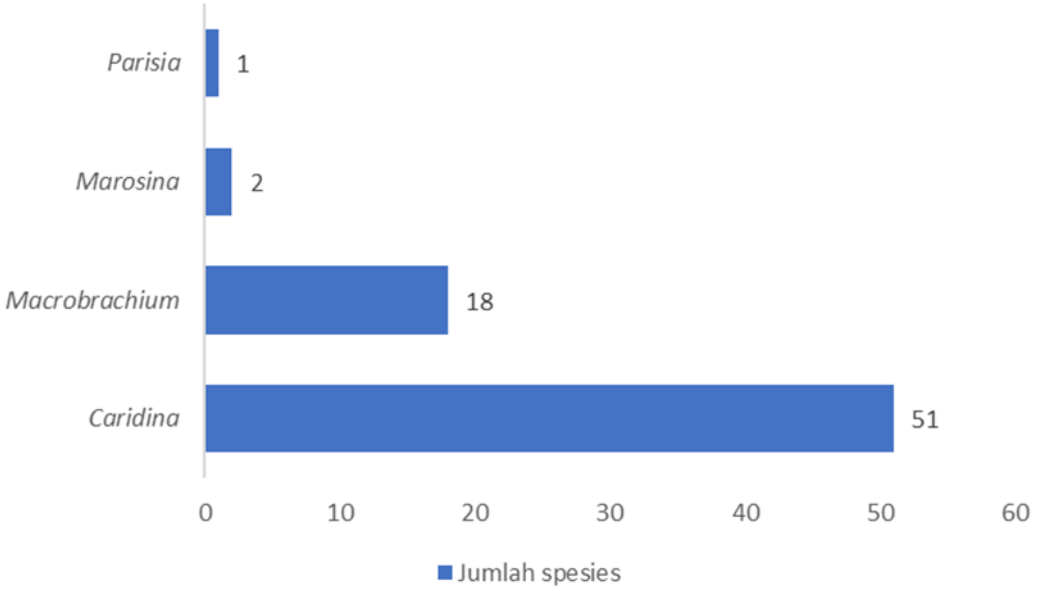
Tiga kepiting air tawar yaitu *Parathelphusa celebensis, P. pareparensis,* dan *P. sorella* merupakan kepiting air tawar sejati yang ditemukan di dalam gua. Ketiganya memiliki sifat yang berbeda. Diketahui bahwa *P. celebensis* bersifat stygoxene (sesekali mendiami lingkungan perairan bawah tanah), *P. pareparensis* bersifat stygophile (mendiami lingkungan perairan permukaan dan bawah tanah), dan P. sorella bersifat stygobite (mendiami sepenuhnya lingkungan perairan bawah tanah (Promdram *et al.,* 2022).Kepiting air tawar sejati berperan sebagai indikator biogeografis yang baik (Ng & Rodriguez, 1995).



Gambar 4.41 A. *Parathelphusa pantherina*; B. *Nautilothelphusa zimmeri*. (Foto: D. Wowor).

2 Udang Air Tawar

Empat marga udang air tawar terdapat di Sulawesi yaitu *Caridina, Macrobrachium, Marosina,* dan *Parisia* (Gambar 4.41) dengan Caridina mempunyai spesies terbanyak 51 spesies (Cai & Ng, 2007; Cai *et al.,* 2009; Rintelen & Cai, 2009; De Grave, 2011; Ng & Wowor, 2011; Annawaty & Wowor, 2015; Mangesa dkk., 2016; Mulyati dkk., 2016; Rahmi dkk., 2016; Dwiyanto dkk., 2017, 2018; Laewa dkk., 2018; Dwiyanto *et al.,* 2021; Annawaty *et al.,* 2022; Klotz *et al.,* 2007, 2013, 2021, 2023; Safira & Annawaty, 2023).



Gambar 4.42 Marga dan jumlah spesies udang air tawar di Sulawesi.

Keterancaman dan Status Konservasi

Pada kelompok fauna invertebrata terestrial, spesies yang dilindungi berdasarkan Permen LHK RI No. 106/2018 adalah dari kelompok insekta (serangga) dan seluruhnya merupakan kupu-kupu yang mencapai 26 spesies. Dari spesies kupu-kupu dilindungi, lima diantaranya memiliki sebaran di Sulawesi yaitu *Cethosia myrina, Troides haliphron, T. helena, T. hypolitus,* dan *T. oblongomaculatus*. Selain itu kupu-kupu Ornithoptera, Trogonoptera, dan Troides termasuk dalam daftar Appendiks II CITES, yang artinya spesies-spesies tersebut perlu pengaturan dalam pemanfaatannya.

Spesies *Flagship* Invertebrata

Penggunaan fauna invertebrata sebagai spesies *flagship* masih jarang dilakukan namun keindahan dan status konservasi suatu spesies dapat menjadikannya sebagai salah satu spesies *flagship*. Beberapa spesies yang berpotensi adalah *Cethosia myrina.*

Kupu-kupu Cethosia merupakan marga yang mendiami kawasan Indo-Australia. Hanya terdapat 15 spesies kupu-kupu Cethosia di dunia. Terdapat empat spesies Cethosia di kawasan Sulawesi yaitu *Cethosia biblis, C. myrina, C. tambora,* dan *C. cydippe. Cethosia* ini termasuk dalam suku Nymphalidae, anak suku Heliconiinae. Spesies *C. myrina* (Gambar 4.43) merupakan spesies endemik Sulawesi, persebarannya meliputi Pulau Sulawesi, Kepulauan Banggai, Buton dan Muna. Makanan ulatnya dari kelompok Passifloraceae (Vane-Wright & de Jong, 2003; Peggie, 2004). Hingga saat ini diketahui terdapat lima subspesies *C. myrina* yaitu *C. myrina myrina, C. m. melancholica, C. m. sarnada, C. m. vanbemmeleni,* dan *C. m. ribbei* (Peggie, 2011).



Gambar 4.43 *Cethosia myrina*. (Foto: Muslim. A. Furqan).

4.3 HILANGNYA KEANEKARAGAMAN HAYATI

Hilangnya keanekaragaman hayati (*Biodiversity loss*) merupakan kondisi yang disebabkan oleh hilangnya spesies yang antara lain disebabkan rusaknya ekosistem tempat spesies tersebut hidup. Pemantauan tidak selalu memperlihatkan hasil positif akibat telah berubahnya fungsi lahan, tidak ditemukannya data akurat koordinat lokasi dan kemungkinan lokasi target pemantauan salah. Hilangnya kehati yang terjadi di Sulawesi telah dikaji dengan melakukan pemantauan lokasi tempat tumbuhnya 292 spesies endemik Sulawesi (Widjaja & Pratama 2013). Pemantauan dilakukan pada tahun 2010 dan empat tahun kemudian menghasilkan data bahwa 38 spesies dari 292 endemik Sulawesi masih ditemukan di lokasi tempat dikoleksi tumbuhan endemik tersebut. Suku Ericaceae menempati jumlah spesies terbanyak yang ditemukan di daerah Latimojong dan Lompobatang yang merupakan kawasan pegunungan tinggi sebagai habitat dari suku tersebut. Suku-suku seperti Gesneriaceae, Apiaceae dan Poaceae juga ditemukan di daratan tinggi, sementara di tempat lain Araceae berkembang di daratan rendah.

Penyebab utama terjadinya penurunan jumlah spesies endemik adalah telah berubahnya fungsi lahan habitat spesies endemik tersebut. Namun, demikian turunnya jumlah spesies ini perlu ditelaah dari hasil tumpang susun lahan pada tahun-tahun sebelumnya. Menurut Widjaja & Pratama (2013), pola hilangnya sebaran tumbuhan endemik berdasarkan tutupan lahan dapat diilustrasikan sebagai berikut: Pada tahun 2000, Sulawesi masih didominasi oleh hutan primer kering dan berubah kondisi tapaknya dari tahun ke tahun. Pada tahun 2009, sebagian besar tumbuhan endemik tidak ditemukan pada kawasan hutan primer kering yang berkorelasi positif dengan peningkatan secara drastis area baru seperti hutan sekunder, perkebunan, pemukiman, tambang dan ladang. Apabila degradasi lahan ini tidak mendapatkan perhatian, tumbuhan endemik yang hilang akan semakin banyak. Perubahan status dan kondisi tanah adat atau tanah pribadi juga mempercepat hilangnya tumbuhan endemik.

Beberapa spesies tumbuhan di Sulawesi dari suku Araliaceae, Combretaceae, Dilleniaceae dan Dipterocarpaceae mempunyai status konservasi terancam (*endangered*) dan kritis (*critically endangered*) dengan deskripsi sebagai berikut:

1 Araliaceae

Araliaceae dikenal dengan nama suku mangkok-mangkokan yang tersebar luas, terutama di daerah tropik. Suku ini di dunia terdapat 50 marga, 1412 spesies (Frodin dkk, 2003). Di Kawasan Malesia terdapat 17 marga (termasuk Schefflera) dengan 117 spesies (dari 16 marga selain Schefflera) (Philipson, 1979). Osmoxylon celebicum dikoleksi dari hutan wisata Danowudu, Sulawesi Utara pada tahun 2003 dan slope bagian barat dari Gunung Benteng, Togean, Sulawesi Tengah pada tahun 1999. Habitat asli ditemukannya *O. celebicum* adalah hutan primer, dan berdasarkan peta tutupan lahan tahun 2021, habitat asli spesies tersebut di danau Donowudu telah berubah menjadi pertanian lahan kering, sedang habitat asli di Gunung Benteng telah berubah menjadi lahan kering sekunder. Perubahan tutupan lahan terutama di daerah Danauwudu diperkirakan akan mengancam keberadaan *O. celebicum*.

Osmoxylon talaudense dikoleksi dari lereng gunung Doeaton, Karakelang, Pulau Talaud pada tahun 1926 sebagai hutan bekas tebangan lahan basah. Saat ini berdasarkan peta tutupan lahan tahun 2021, habitat *O. talaudense* adalah lahan kering sekunder. *O. talaudense* yang dikenal dengan nama laripatu merupakan salah satu tanaman hias dan obat yang dikenalkan oleh Philipson pada tahun 1976. Tumbuhan spesies ini dicirikan dengan perawakan yang tingginya sekitar 6 m dengan batang abu abu. Bunga kuning jingga dengan tipe perbungaan majemuk, dengan tangkai sekitar 1-2 cm menjadikan spesies Araliaceae ini diminati oleh masyarakat sebagai tanaman hias.

2 Combretaceae

Combretaceae merupakan salah satu suku tumbuhan berbunga. Marga *Terminalia* sendiri beranggotakan sekitar hampir 300 spesies yang utamanya dapat ditemui di daerah tropis. Nama *Terminalia* berasal dari kata Latin yaitu terminus yang didasarkan pada munculnya daun pada ujung rantingnya.

3 Dilleniaceae

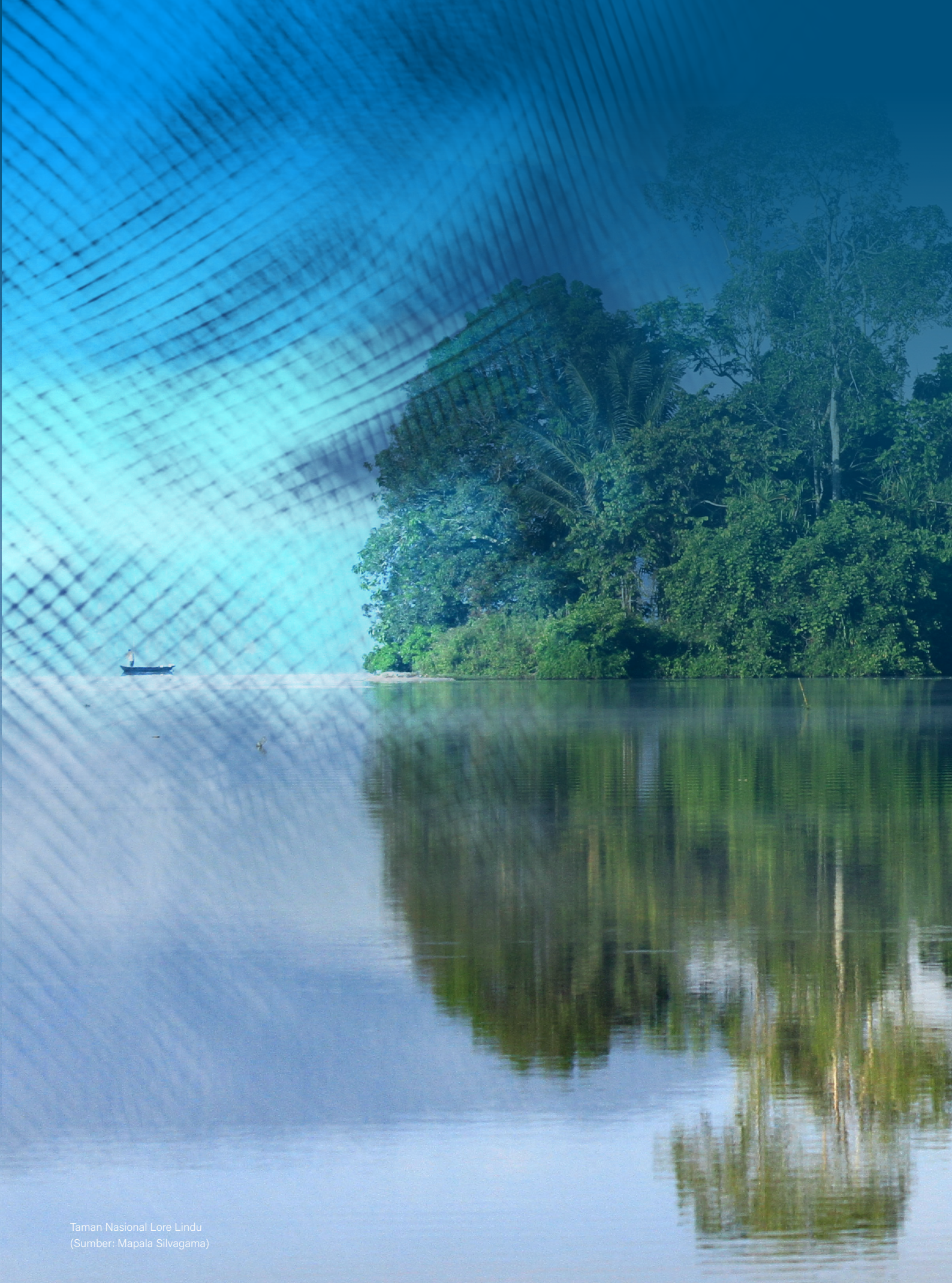
Dilleniaceae merupakan suku kelompok tumbuhan berbunga, yang terdiri atas 11 marga dan kurang lebih 300 spesies. Suku ini memiliki perawakan berupa pohon, semak, jarang berupa terna. Salah satu marga dari suku Dilleniaceae adalah Dillenia. Dua spesies yang terdapat di Sulawesi dengan status terancam (*endangered*) yaitu *Dillenia celebica*. dan kritis (*critically endangered*) yaitu *Dillenia talaudensis*.

4 Dipterocarpaceae

Anggota suku Dipterocapaceae merupakan pohon yang mendominasi wilayah hutan hujan tropis di Indonesia dan memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi, terutama hasil kayu dan non kayunya, seperti minyak, damar, resin dan kamper. Dipterocarpaceae memiliki 13 marga dan 470 spesies, sembilan marga diantaranya terdapat di Indonesia, yaitu *Shorea, Dipterocarpus, Dryobalanops, Hopea, Vatica, Cotylelobium, Parashorea, Anisoptera,* dan *Upuna* (Fajri, 2008). Daerah sebaran Dipterocarpaceae sangat luas mulai dari Afrika, Seychlles, Srilanka, India, China, hingga ke wilayah Asia Tenggara (Brunai Darussalam, Thailand, Malaysia, Filipina dan Indonesia) (Al Rasyid, 1991). Di Indonesia penyebaran Dipterocarpaceae dimulai dari Sumatra, Jawa, Kalimantan, Lombok/Bali, Sulawesi, hingga Irian (Ibrizzah, *et al.,* 2018).

Salah satu spesies anggota Dipterocarpaceae yang tergolong terancam di Sulawesi adalah *Hopea celebica* yang mempunyai nama lokal giam. Spesies ini mempunyai banyak nama lokal di antaranya balau mata kucing, hulo dereh, kerih (Maros), hulo dere, dammar dere hitem, dammar dere hitem lotang, bisik-bisik, rinni-rinni, sareh pareh, torinih (Malili), rode, dama'dere dan mata kucing (Sulawesi Selatan), jangkang putih (Sudarmonowati *et al.,* 2020). Kerih adalah tumbuhan endemik Sulawesi (Malili, Maros) dan dijumpai di hutan primer pada ketinggian di bawah 500 m dpl. Spesies ini dijumpai di kawasan hutan Desa Matano dan Nuha di tepian Danau Matano, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan.

Berdasarkan peta tutupan lahan tahun 2021, kawasan habitat alami ditemukannya spesies kerih tersebut sudah beralih fungsi menjadi hutan tanaman dan perkebunan. Populasi spesies ini terus menurun akibat pembukaan lahan perkebunan, seperti yang terjadi di sepanjang pesisir Danau Matano, untuk perkebunan lada (Rudianto 2017). Upaya konservasi *ex situ* sudah dilakukan terhadap spesies ini, yaitu di kebun-kebun raya Sulawesi (Kebun Raya Kendari, Kebun Raya Jompie, Kebun Raya Pucak, Kebun Raya Massenrempulu, Kebun Raya Minahasa). Aksi konservasi yang diajukan adalah perluasan kawasan pelestarian, baik *in situ* maupun *ex situ* (Sudarmonowati *et al.,* 2020). Dengan upaya dan aksi konservasi ini diharapkan dapat menekan laju penurunan populasi spesies sehingga keberadaanya di alam tetap terjaga.



Taman Nasional Lore Lindu
(Sumber: Mapala Silvagama)

5

KONSERVASI SUMBER DAYA ALAM

5.1 IMPLEMENTASI KEBIJAKAN KONSERVASI SUMBERDAYA HAYATI

Praktik-praktik konservasi sumber daya alam hayati telah dilaksanakan oleh bangsa Indonesia sejak lama, baik yang bersifat formal maupun informal. Secara informal banyak masyarakat tradisional di seluruh Nusantara telah mempraktikkan prinsip-prinsip konservasi dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya alam hayati yang diturunkan dari generasi ke generasi. Praktik konservasi secara formal dimulai sejak zaman kolonial Belanda dalam bentuk penetapan kawasan-kawasan yang dilindungi dan penetapan satwa-satwa yang dilindungi melalui penerbitan undang-undang atau peraturan pemerintah.

Implementasi konservasi sumberdaya alam hayati baik secara formal maupun informal berjalan beriiringan saling melengkapi. Perkembangan implementasi kebijakan konservasi dari waktu ke waktu di uraikan dalam sub-sub bab berikut ini.

5.1.1 Masa Pra Kemerdekaan

Pada masa pra kemerdekaan, upaya konservasi alam di Sulawesi belum menjadi fokus utama pemerintah kolonial Belanda. Pada umumnya, daerah ini diperlakukan sebagai sumber daya alam yang dapat dieksploitasi untuk kepentingan ekonomi Belanda. Aktivitas seperti penebangan hutan, penangkapan ikan, dan pertambangan dilakukan tanpa memperhatikan dampak negatif terhadap lingkungan. Namun, terdapat beberapa upaya konservasi yang dilakukan oleh beberapa individu atau kelompok masyarakat pada masa tersebut. Misal, beberapa komunitas adat di Sulawesi memiliki sistem pengelolaan sumber daya alam berbasis kearifan lokal yang mempertahankan keseimbangan ekosistem. Mereka melindungi wilayah hutan tertentu dan mengatur pemanfaatannya agar tetap lestari. Selain itu kegiatan konservasi juga dilakukan oleh kerajaan di Sulawesi. Raja Haji Awaluddin, sebagai penguasa ke-18 Kerajaan Banggai, memimpin dengan bijaksana dari tahun 1925 hingga 1939. Selama masa pemerintahannya, beliau memberikan perhatian khusus terhadap konservasi alam di wilayah tersebut. Salah satu langkah penting yang diambil adalah menunjuk kawasan Pati-Pati sebagai suaka margasatwa. Kawasan Suaka Margasatwa Pati-Pati menjadi tonggak sejarah sebagai kawasan konservasi pertama di Sulawesi Tengah pada masa pemerintahan Hindia Belanda. Penunjukan ini berdasarkan Peraturan Pemerintah Daerah Swapraja Kerajaan Banggai nomor 4 tanggal 17 Januari 1936 (*Verordening van het Zelfbestuur van de landschap van Banggai van* 17 Januari 1936 No.4). Luas kawasan ini adalah 198,3 ha dengan tujuan utama untuk melindungi satwa rusa (*Rusa timorensis*) (Kusumasumantri, 2022).

Tindakan Raja Haji Awaluddin ini menunjukkan kesadaran awal akan pentingnya menjaga keanekaragaman hayati dan mempertahankan habitat satwa liar. Dengan menunjuk Pati-Pati sebagai suaka margasatwa, beliau telah memberikan pengakuan resmi terhadap nilai ekologis dan pentingnya melindungi spesies rusa yang merupakan as*et al*am berharga di wilayah Banggai. Langkah ini menjadi titik awal dalam upaya konservasi di Sulawesi Tengah dan menjadi inspirasi bagi upaya konservasi selanjutnya di wilayah ini. Kontribusi Raja Haji Awaluddin dalam menjaga keanekaragaman hayati dan menghormati lingkungan alam adalah bukti nyata dari perhatian yang diberikan oleh pemerintah lokal pada masa itu terhadap pentingnya konservasi alam.

Selain itu, tercatat Kesultanan Buton juga telah melakukan upaya konservasi alam dengan dikeluarkannya Surat Keputusan Pemerintah Daerah Swapraja Kesultanan Buton (*De Zelfbestuurbesluit van het landschappen van Buton*) nomor 4 tanggal 1 Juli 1920 tentang penunjukan Cagar Alam Napabalano dengan luas 9 ha (Kusumasumantri, 2022).

5.1.2
Masa Orde Lama

Periode Orde Lama di Indonesia berlangsung dari tahun 1945 hingga 1966. Pada masa ini, fokus utama pemerintah adalah membangun fondasi politik dan ekonomi negara yang baru merdeka. Meskipun demikian, perlindungan alam juga menjadi perhatian, meskipun belum sebesar perhatian terhadap pembangunan ekonomi dan sosial. Selama periode Orde Lama, Indonesia juga mengalami perubahan politik dan kepemimpinan yang berdampak pada perlindungan alam. Pada tahun 1957, Presiden Sukarno mengeluarkan Dekrit Presiden yang memberikan wewenang kepada pemerintah untuk mengambil alih perusahaan asing yang beroperasi di Indonesia, termasuk perusahaan pertambangan. Kebijakan ini mempengaruhi sektor pertambangan dan lingkungan di Indonesia.

Namun, pada umumnya, fokus pemerintah pada masa Orde Lama adalah pada pembangunan ekonomi dan politik, termasuk pembangunan infrastruktur dan industri. Perlindungan alam tidak menjadi prioritas utama dalam pembangunan nasional. Hal ini dapat dilihat dari berbagai kebijakan yang mendukung eksploitasi sumber daya alam tanpa mempertimbangkan dampak lingkungan, seperti deforestasi yang dilakukan untuk pembukaan lahan pertanian dan kegiatan pertambangan.

5.1.3
Masa Orde Baru & Reformasi

Pada reformasi merupakan tonggak bersejarah dalam perkembangan demokrasi di Indonesia, yang ditandai dengan runtuhnya orde baru dan dibuatnya Undang Undang Otonomi Daerah (UU No. 22 dan UU No. 25) tahun 1999. Terutama di luar Jawa, seperti Sulawesi, pemberian otonomi daerah merupakan penarikan sebagian dari frontier kendali yang dulu merupakan penguasaan Orde Baru. Pada masa ini, dengan perkembangan sistem pemerintahan dan tuntunan masyarakat dalam era reformasi menginginkan adanya pemekaran wilayah menjadi kabupaten. Konsekuensinya, pada beberapa Provinsi, Pemerintah Pusat mengeluarkan kebijakan, salah satunya melalui Undang-undang Nomor 11 tahun 2000 tentang perubahan atas Undang Undang Nomor 51 Tahun 1999 tentang pembentukan Kabupaten Buol, Morowali dan Banggai Kepulauan di Provinsi Sulawesi Tengah. Kemudian melalui Undang-undang Nomor 10 Tahun 2002, ada tambahan dua kabupaten baru yakni Kabupaten Parigi Moutong dan Kabupaten Tojo Una-Una. Setelah pemekaran beberapa wilayah kabupaten, provinsi Sulawesi Tengah terbagi menjadi 14 daerah, yaitu 13 kabupaten dan 1 kotamadya (Pemprov. Sulteng, 2021).

Masa reformasi juga berdampak pada upaya masyarakat untuk merebut kembali kendali kelola atas sumber daya alam di wilayah mereka dalam hal ekstraksi dan pemukiman, yang menimbulkan redefinisi istilah konservasi. Sebagai contoh yang terjadi pada gerakan adat *To Lindu* di Sulawesi Tengah, berupaya memperjuangkan lahan yang sedianya akan dibangun sebagai bendungan PLTA di tengah-tengah taman nasional. To Lindu berhasil menjadi 'contoh' dalam gerakan masyarakat adat di wilayah lain, bahkan di Indonesia. Salah satu keberhasilan gerakan ini adalah penyelesaian Kesepakatan Konservasi Masyarakat (*Community Conservation Agreements* atau CCA) yang diperantarai oleh *The Nature Conservancy* (TNC) untuk mengelola Taman Nasional Lore Lindu. Kesepakatan Konservasi Masyarakat Dataran Lindu bertindak dalam mengatasi upaya pembukaan lahan oleh pendatang baru serta mengatur hal-hal terkait pengelolaan lahan, dan pada akhirnya melahirkan kecamatan Lindu yang ditandai dengan dibuatnya buku kodifikasi adat Lindu. Dalam buku yang berjudul '*Kapotia Nulibu Ntotua (Maradika Ngata) Ada NtoLindu*' ini, alasan pelestarian sebagai dasar adat Lindu adalah: "Tatanan sosial masyarakat adat Dataran Lindu mengambil bentuk peraturan yang menentukan pelanggaran (Waya) dan sanksi (Sompo) dalam hal pelestarian lingkungan dan pemanfaatan sumber daya alam dan ekosistemnya dalam batas-batas tanah adat dan tanah tempat masyarakat Dataran Lindu memiliki hak pakai (ulayat) dan keteraturan masyarakat" (Acciaioli, 2020; Acciaioli & Nasrum, 2020.

5.2 PRAKTIK KONSERVASI TRADISIONAL

Pulau Sulawesi tergolong kaya akan praktek konservasi tradisional yang dapat dijumpai di seluruh kawasan. Praktek konservasi tradisional ini dijalankan oleh masyarakat adat dan merupakan bagian dari warisan budaya. Meski konservasi tradisional makin ke sini terkesan kurang dipraktekkan dan mendapat perhatian dari masyarakat luas di luar masyarakat adat dan menghadapi tantangan tergerus oleh kemajuan zaman, namun di Sulawesi masih dapat dijumpai cukup banyak praktek konservasi tradisional yang masih bertahan hingga saat ini.

5.2.1 Kearifan Lokal Masyarakat dalam Pelestarian Burung Maleo Senkawor (*Macrocephalon maleo*)

Burung maleo senkawor (*Macrocephalon maleo*) adalah salah satu kekayaan satwa endemik Sulawesi yang saat ini hanya dapat dijumpai di Sulawesi bagian Utara, Tengah dan Tenggara. Maleo senkawor termasuk dalam suku Megapoda, memiliki bulu berwarna hitam atau coklat, ukuran kepala kecil, dan berkaki besar. Maleo senkawor memiliki ukuran tubuh sedang dengan panjang sekitar 55 cm. Burung ini memiliki bulu hitam, kulit sekitar mata kuning, iris mata merah kecoklatan, kaki abu-abu, paru dan bulu sisi bawah putih kemerahjambuan (Ma'dika *dkk*., 2001). Meski sudah berpuluh-puluh tahun perlindungan di bawah hukum Indonesia dan berbagai upaya konservasi di lapangan, belum ada proyek konservasi yang mencatat adanya pemulihan dalam jumlah lokal, dan populasi maleo secara keseluruhan terus menurun. (Tasirin *et al*., 2021). Populasi burung maleo senkowar diperkirakan akan menurun berdasarkan tingkat penurunan kualitas habitat, dikombinasikan dengan fakta bahwa maleo senkawor memiliki populasi kecil dan habitatnya mengalami fragmentasi. Populasi global diperkirakan ada 8.000-14.000 individu dewasa (Azhar & Utomo, 2022). Saat ini Maleo senkawor ditemukan terbatas di beberapa wilayah di Sulawesi antara lain di Taman Nasional Lore Lindu, Taman Nasional Bogani Nani Wartabone dan Taman Nasional Bakiriang Luwuk dan Pantai Taima di desa Desa Taima, wilayah Tompotika Sulawesi Tengah, Konawe Utara Mandiodo, Suaka Margasatwa Buton Utara, Suaka Margasatwa Tanjung Batikolo, dan Kepulauan Muna.



Gambar 5.1
Burung Maelo senkawor (*Macrocephalon maleo*) (Foto: Koleksi BRIN).

Salah satu kearifan lokal masyarakat adat dalam upaya pelestarian burung Maleo senkawor yang masih terpelihara di Sulawesi sampai saat ini yaitu melalui upacara adat "Malabot Tumpe" di Kecamatan Batui-Kabupaten Banggai-Sulawesi Tengah. Upacara Melabot Tumpe ini masih dipelihara dan dilaksanakan antara masyarakat adat di Kota Banggai (Kabupaten Banggai Kepulauan) dan Kecamatan Batui (Kabupaten Banggai) yang merupakan sisa adat istiadat Kerajaan Banggai pada masa lalu.

Tumpe dalam bahasa Saluan atau Tumbe dalam bahasa Banggai artinya pertama atau awal. Molabot dalam bahasa Saluan atau Malabot dalam bahasa Banggai juga memiliki arti menjemput. Secara umum "*Molabot Tumpe*" atau "*Malabot Tumbe*" diartikan menjemput telur burung Maleo yang pertama. Prosesi Adat *Tumpe* dimulai dengan pengumpulan telur burung Maleo oleh perangkat Adat Batui sebanyak 160 butir. Untuk kemudian dibawa ke kepulauan Banggai dan dipersembahkan sebagi wujud penghormatan kepada Kerajaan Banggai.

Ritual Tumpe merupakan sebuah upacara adat tahunan yang diadakan pada bulan Desember oleh masyarakat Batui sebagai wujud bakti kepada nenek moyang mereka dan sudah menjadi tradisi sejak ratusan tahun yang lalu. Ritual Tumpe melewati proses penyerahan telur Maleo pertama dari Luwuk ke Pulau Banggai dan sebagai simbol ritual pengantaran telur burung Maleo kepada Kerajaan Banggai yang meliputi proses mengumpulkan, mendoakan, mengantarkan, dan monsawe tumpe yang menjadi penutup dari ritual tersebut. (Supandi & Senam, 2019). Telur maleo yang diantar dan dijemput adalah telur pertama yang masing-masing telah dibungkus dengan daun "Kombunu" atau daun lontar (*Borassus flabellifer*) yang sudah tua sebanyak lima butir.

Ritual Malabot Tumpe dapat dipahami sebagai nilai-nilai budaya, gagasan-gagasan tradisional, dan pengetahuan setempat yang bersifat bijaksana, penuh kearifan, bernilai baik, dan berbudi luhur yang dimiliki oleh anggota masyarakat dalam menata kehidupan sosial mereka. Pada zaman dahulu masyarakat adat Batui dengan mudah mendapatkan telur Maleo yang hidup di hutan Bangkiriang. Namun hutan Bangkiriang berubah sejak di ambil alih oleh negara dan perusahaan perlahan menggerus hutan Bangkiriang dan merusak habitat burung Maleo. Ritual Tumpe ini diperkirakan sudah dilakukan sejak tahun 1621. Pelaksanaan Ritual Tumpe ini memakan waktu berhari-hari. Usai ritual Tumpe masyarakat adat mendatangi Kusali Loa, Kusali Kuop, Kusali Bola Totonga, dan Kusali Matindok yang terletak di Hutan adat Bangkiriang untuk mengucap syukur semalam suntuk yang disebut juga dengan ritual Monsawe. Pada acara pembukaan Festival Malabot Tumbe dibuka dengan tarian burung Maleo yang disuguhkan oleh Putra-Putri Kebanggaan Kabupaten Banggai Laut.

5.2.2 Kearifan Lokal Mane'e

Mane'e merupakan salah satu bentuk pengelolaan perikanan tradisional yang dilakukan di Desa Kakorotan Kecamatan Nanusa Kabupaten Talaud, Provinsi Sulawesi Utara (Reppie *et al*., 2007). Tradisi Mane'e merupakan rangkaian akhir dari suatu proses hukum adat yang disebut Eha' atau dengan kata lain mane'e adalah upacara panen ikan bersama setelah melaksanakan dan mematuhi Eha' (Adrianto dkk., 2010). Istilah Eha' adalah larangan bagi semua orang untuk tidak mengeksploitasi sumber daya alam pada suatu periode waktu tertentu (biasanya melalui penutupan daerah dan musim penangkapan ikan). Penetapannya ini dilakukan oleh lembaga adat lokal bersama-sama dengan pemerintah setempat dan lembaga keagamaan (Reppie *et al*., 2007). Inti dari tradisi ini adalah mengatur waktu penangkapan di lokasi-lokasi yang telah ditetapkan, sehingga ikan tidak akan habis dan agar ekosistem laut di pulau ini tetap terjaga kelestariannya (Adrianto dkk., 2010).

Tradisi mane'e diwariskan secara turun temurun dan telah dilakukan sejak abad ke-16 dan rutin dilaksanakan sekitar bulan Mei dan Juni bertepatan dengan pasang tertinggi dan surut terendah atau bulan purnama atau bulan mati (Adrianto dkk., 2010). Keunikan tradisi ini kemudian disajikan dalam bentuk festival Mane'e yang dimanfaatkan oleh pemerintah daerah sebagai daya tarik wisata. Pengunjung yang datang berasal dari masyarakat lokal hingga mancanegara.

Teknik penangkapan ikan pada tradisi mane'e cukup unik, yaitu dengan alat tangkap yang terbuat dari janur kelapa dan tali dari akar pohon yang disambungkan satu sama lain. Jalinan daun kelapa tersebut kemudian dibawa ke laut menggunakan perahu dan dibentangkan membentuk setengah lingkaran yang berdiameter lebih dari satu kilometer dan pada saat tepian pantai menyurut, kedua ujung daun kelapa ditarik secara perlahan. Pada umumnya,

hasil tangkapan tradisi ini adalah ikan-ikan karang (Reppie *et al*., 2007), yang kemudian dibagikan kepada seluruh masyarakat yang hadir, namun jika setelah pembagian masih banyak yang tersisa maka masyarakat diluar desa juga akan mendapatkan hasil tangkapan tersebut (Adrianto *dkk*., 2010).

Terdapat sejumlah larangan yang harus dipatuhi pada saat pelaksanaan Mane'e dan bagi yang melanggarnya dikenakan sanksi, baik itu sanksi moral, hukuman badan dan denda (Adrianto *dkk*., 2010)).

5.2.3 Perburuan Tradisional To Wana di Sulawesi Tengah

Suku Tau Taa Wana Posangke atau yang biasa disebut To Wana Posangke merupakan masyarakat adat yang hidup di kawasan hutan adat Posangke yang berlokasi di timur laut Cagar Alam Morowali, Sulawesi Tengah. Hutan adat yang menjadi rumah bagi orang Wana Posangke telah diakui secara resmi keberadaannya oleh pemerintah dan telah ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan sesuai dengan surat keputusan Nomor: 6747/MENLHK-PSKL/KUM.1/12/2016 tanggal 28 Desember 2016.

Suku Tau Taa Wana Posangke menyebut diri mereka sebagai orang Taa, namun masyarakat luar menyebut orang-orang dari suku ini sebagai orang Wana atau To Wana yang artinya orang yang hidup di tengah hutan (Himmi *et al*., 2014). Orang Wana hidup dengan beradaptasi dan bergantung pada hutan. Pitopang dan Safarudin (2012) menyatakan bahwa orang Wana membagi hutan menurut fungsinya, yaitu fungsi konservasi, yaitu pangale Kapali atau hutan keramat atau hutan larangan yang merupakan areal hutan terlarang untuk diganggu dan pangale bose atau hutan primer. Bagian hutan yang memiliki fungsi produksi adalah pangale pompalivu atau hutan produksi, yaitumerupakan bagian hutan yang dimanfaatkan untuk pengambilan Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK), junju atau padang alang-alang yang seringkali dimanfaatkan sebagai areal perburuan beberapa spesies satwa, yopo atau hutan sekunder berasal dari areal bekas ladang yang telah menghutan kembali karena telah ditinggalkan dalam jangka waktu cukup lama, navu atau kebun merupakan tempat masyarakat bercocok tanam beragam tanaman pertanian lokal, dan lipu atau pemukiman, merupakan tempat masyarakat membangun rumah mereka.

Perburuan tradisional orang Wana dilakukan dengan menggunakan berbagai alat, seperti sumpit beserta anak panahnya, senapan tradisional, jebakan tradisional yang dikenal dengan sebutan saiya dan kaiyoro, maupun perburuan dengan menggunakan tombak dan bantuan anjing. Perburuan dengan menggunakan sumpit beserta anak panah yang ujungnya kadang diberi racun dari getah pohon *Antiaris toxicaria* atau oleh orang Wana dikenal dengan nama impo. Orang Wana mengenal beragam pemanfaatan impo. Untuk membuat racun yang mematikan bagi reptil atau hewan merayap, digunakan impo yang diambil dari bagian akar pohon. Untuk membuat racun yang mematikan bagi babi hutan, rusa atau anoa, digunakan impo yang berasal dari bagian batang hingga dahan. Untuk membuat racun yang mematikan bagi berbagai spesies burung, digunakan racun yang diambil dari bagian ranting hingga pucuk pohon. Selain menggunakan anak panah dan sumpit, orang Wana juga menggunakan senapan angin tradisional. Senapan angin tradisional ini digunakan untuk menembak burung, kelelawar dan monyet. Untuk satwa liar berukuran besar seperti anoa dan babi hutan, perburuan dilakukan dengan menggunakan tombak dan anjing. Meskipun demikian, mayoritas satwa buruan orang Wana diperoleh melalui pemasangan jebakan atau perangkap.

Untuk beberapa spesies satwa liar seperti babi hutan, perburuan yang dilakukan oleh masyarakat Wana masih tergolong perburuan yang berkelanjutan. Hal ini disebabkan karena babi hutan tergolong hewan yang cepat berkembang biak sehingga jumlah populasi babi hutan di areal hutan adat Wana Posangke tergolong cukup tinggi dibanding jumlah babi hutan yang diburu oleh masyarakat adat. Selain itu, masyarakat Wana Posangke melakukan perburuan hanya untuk memenuhi kebutuhan sendiri dan tidak untuk dijual. Hal itu menyebabkan jumlah satwa buruan masyarakat Wana Posangke tergolong kecil dan memungkinkan terjadinya regenerasi atau pemulihan populasi satwa buru.

5.2.4
Tradisi Berburu Suku Tolaki dan Moronene

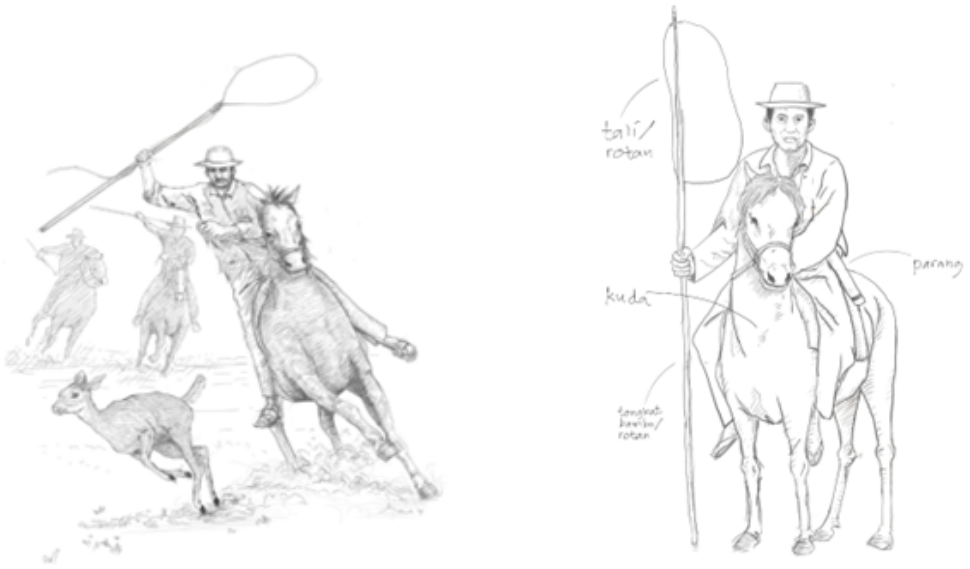
Khususnya di Provinsi Sulawesi Tenggara, terdapat tradisi berburu yang dilakukan oleh suku lokal atau suku asli seperti Tolaki maupun Moronene. Kedua suku ini dikenal menerapkan tradisi berburu dan meramu secara turun temurun (Tarijuana 1993; Setiawan & Qiptiyah 2014; Rejeki komunik. pribadi 2015; Sinapoy 2018). Suku Moronene, sebagai salah satu suku asli tertua yang mendiami provinsi ini, sebagian besar suku ini mendiami Kampo Hukaea-Laea, kampung dengan ekosistem hutan hujan tropis yang didominasi oleh savana dengan beberapa potongan (*patch*) kelompok hutan, berada pada ketinggian antara 500 sampai 980 m dpl (Setiawan & Qiptiyah 2014; Sinapoy 2018). Saat ini wilayah tersebut masuk dalam kawasan TN Rawa Aopa Watumohai, salah satu kawasan konservasi tertua di Indonesia, khususnya wilayah Kecamatan Rumbia dan Kecamatan Poleang Kabupaten Bombana. Kawasan Taman Nasional seluas 105.194 ha ini, merupakan gabungan dari TB Daratan Rumbia, Suaka Margasatwa/SM Rawa Aopa dan SM Gunung Watumohai yang ditetapkan pada tahun 1990 (Sinapoy 2018).

Gunawan (1997) menginventarisasi teknik perburuan satwa oleh masyarakat di berbagai lokasi di Sulawesi dan mendapatkan 16 teknik berburu untuk berbagai spesies satwa buru, seperti rusa, anoa, babi hutan, monyet dan burung. Rusa dan anoa diburu untuk dikonsumsi, burung diburu untuk diperdagangkan, sedangkan monyet dan babi hutan diburu karena dianggap hama tanaman pertanian. Teknik berburu ini tidak hanya dilakukan oleh masyarakat suku asli tetapi juga oleh masyarakat suku pendatang, termasuk transmigran dari Jawa. Alat atau bahan yang digunakan antara lain tombak, panah, tali (tali plastik, kawat baja), jaring, getah, pancing, bambu, dan daun agel (*Corypha utan*). Keenambelas teknik berburu tersebut adalah: berburu menggunakan tombak dan panah; lubang jebakan pas (ukuran sebesar satwa sehingga tdk dapat bergerak), lubang jebakan dengan bambu runcing; jerat kaki, jerat leher, jerat tangan, pancing/kail, perangkap "*boso*" anoa, *boso* monyet, lubang jebakan kaki untuk babi, getah perekat untuk burung, jaring burung, ranjau bambu runcing, perangkap daun agel (*tumbuki*) dan sejenis tali laso khas yang digunakan oleh masyarakat adat Moronene.

Adat Moronene Huka'ea La'ea sangat menjaga alam dan lingkungan termasuk tumbuhan dan satwa yang ada di dalamnya. Mereka memanfaatkan tumbuhan maupun satwa termasuk rusa untuk keperluan sehari-hari secara bijaksana dengan menerapkan pinsip kelestarian, berdasarkan konsep modern (Sinapoy, 2018). Suku ini menerapkan aturan adat dengan menetukan adanya hutan inti/ *Inalahi Pue* yaitu hutan yang dikeramatkan, hutan penyangga yang terdiri atas *Inalahi popali* yaitu termasuk sumber mata air serta tempat perlindungan segala spesies hewan, dan untuk masuk areal ini harus seijin ketua adat, serta *Inalahi kotoria* yaitu kelompok hutan sejenis tempat tertentu yang pernah ditempati/diolah baik untuk bercocok tanam maupun berburu dan meramu serta dijadikan tempat pemakaman para *sangia* (mokole) pemimpin yang ksatria. Lainnya adalah *Inalahi peuma* atau hutan perkebunan, serta *Olobu* (hutan Kecil), *Kura* (perladangan), *Tana Lapa/Lueno* (padang savana), *Bako* (hutan bakau), dan *Bolo* (tambak ikan tradisional). Dalam Sinapoy (2018), menytakan perburuan satwa telah dilakukan secara turun temurun dan hanya dilakukan pada satwa-satwa tertentu serta pada waktu tertentu, seperti target buruan adalah satwa dewasa dan dipastikan dalam keadaan tidak bunting. Waktu berburu hanya diperbolehkan pada malam hari dan itupun dilakukan sekali dalam tiga bulan.

1 Pemburu Berkuda

Berburu rusa, dikenal dengan nama lokal jonga, dengan menunggang kuda merupakan aktifitas tradisional di areal savana TN Rawa Aopa Watumohai yang terkadang masih dijumpai sampai dengan awal tahun 2006, meskipun sudah sangat jarang (Rejeki komunik. pribadi 2018). Secara umum perburuan jonga yang dilakukan oleh suku Moronene biasanya dilakukan secara berkelompok, sekitar 3 sampai 7 orang yang masing-masing menunggang kuda, namun demikian terkadang dijumpai pula pemburu jonga yang dilakukan seorang diri. Alat yang digunakan untuk berburu yaitu tongkat rotan serta tombak ataupun parang. Tongkat rotan panjang sekitar 2 – 2.5 m, diamteter sekitar 2-3 cm, ujungnya dikaitkan lingkaran terbuat dari rotan diameter sekitar 40 cm ataupun lebih kecil, pada masa modern lingkaran tersebut dibuat dari kawat sling (Gambar 5.2).



Gambar 5.2
Pemburu jonga berkuda (ilustrasi oleh Toni Anwar)

Musim atau waktu berburu dengan teknik seperti itu, biasanya dilakukan pada siang hari pada musim kemarau, saat alang-alang sudah kering sehingga memudahkan kuda untuk berlari mengejar rusa. Pada musim hujan rusa tertutup alang-alang, sehingga menghalangi penglihatan pemburu terhadap keberadaan satwa buruan. Selain alang-alang yang tinggi menyebabkan kuda susah berlari, kondisi basah juga menyebabkan padang rumput menjadi tidak rata.

Tahapan berburu dengan teknik seperti ini, awalnya dilakukan pembukaan padang savana dengan membakar savana supaya ditumbuhi pucuk rumput muda sehingga menarik jonga untuk datang merumput. Saat jonga merumput, pemburu akan mengintai dan secara perlahan mendatangi satwa target dengan menunggang kuda dan membawa tombak atau parang dengan menyembunyikan badannya diatas kuda dengan cara menelungkup di atas tunggangannya tersebut. Hal yang harus diperhatikan supaya berlawanan dengan arah angin sehingga bau manusia tidak tercium oleh rusa. Mereka mengintai satwa target, seperti hewan karnivor mengintai mangsanya, kemudian mengejar kemanapun rusa berlari sampai kelelahan. Setelah dekat, mereka akan menjerat leher rusa dengan tongkat rotan dan selanjutnya menghujamkan tombak atau parangnya pada sasaran dan membiarkan target buruan sampai lemas untuk selanjutnya menyembelih dan mengambil satwa hasil buruannya.

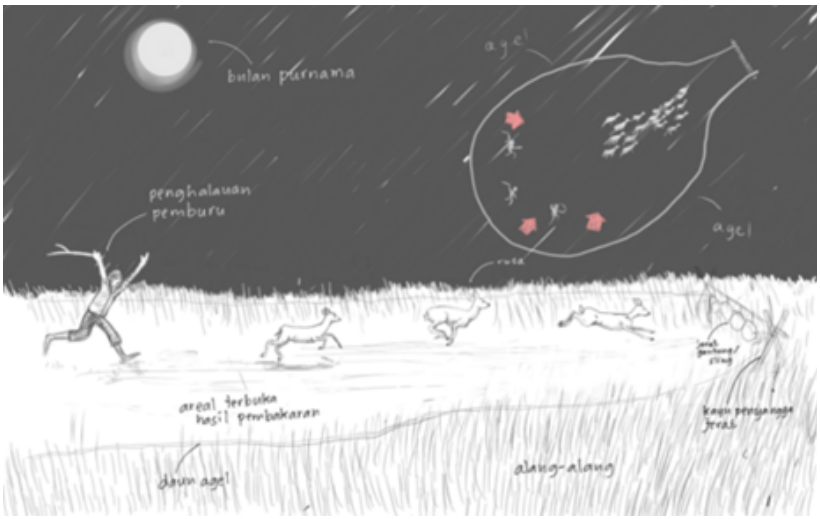
2 Pemburu Tumbuki

Perburuan tradisional lainnya yang berlangsung secara tutun temurun di savana TN Rawa Aopa Watumohai biasanya melakukan perburuan rusa pada malam hari saat terang bulan purnama. Persiapan yang dilakukan oleh sekelompok pemburu jauh hari sebelumnya mulai dari melakukan pembakaran savana supaya tumbuh pucuk rumput muda untuk menarik rusa merumput. Selanjutnya pada siang hari sebelum dilakukan pemburuan mulai dilakukan pemantauan keberadaan rusa dan kelompok-kelompok rusa, mengambil daun agel (*Corypha utan*) atau tumbuki dalam bahasa lokal Tolaki, yang banyak tumbuh di padang savanna. Kemudian daun-daun agel tersebut diasambung menjadi tali berumbai untuk dijadikan sebagai batasan/ pagar sehingga membentuk lengkung yang mengerucut ke satu bagian sudut.

Diujung tempat yang mengerucut tersebut dipasang jerat-jerat leher yang dipasang berderet atau disebut juga "pacoro" yang pada jaman dahulu dibuat dari bambu lurus yang runcing yang dipasang menghadap arah datangnya rusa. Namun sejak ada sling kawat, bambu runcing mulai ditinggalkan, sehingga pacoro terbuat dari kawat sling atau kawat baja yang sudah dililit seperti kabel. Ukuran untuk setiap unit pacoro panjangnya sekitar 20-meter terdiri atas sekitar 10 jerat leher. Ukuran diameter jerat leher biasanya sekitar 3-5 mm, sehingga tidak terlihat mencolok dan dapat disamarkan dan tertutup alang-alang yang tinggi, namun cukup kuat untuk menjerat leher rusa. Ukuran dari setiap jerat leher diameternya sekitar 40-50 cm dengan diperkirakan kepala rusa beserta ranggah dapat masuk. Untuk setiap

sudut buru, biasanya dipasang sekitar 1 sampai dengan 3-unit pacoro atau sekitar 10-30 jerat leher.

Luasan areal buru yang dibatasi pagar daun agel sekitar 0.5-1 ha, pagar daun agel tersebut jika ditimpa hembusan angin dan sinar bulan bulan akan memancarkan kilauan sehingga rusa akan menghindar menambrak pagar dan berlari menuju arah jerat yang sudah disiapkan pada sudut kurva. Sekelompok pemburu, yang biasanya dibantu beberapa ekor anjing, akan berlari menghalau rusa buruan ke sudut kurva (Gambar 5.3). Masih di dalam hutan, terkadang pemburu memproses daging rusa hasil buruan supaya awet, dengan mengasapnya menjadi dendeng dan dibawa pulang sebagai hasil buruan.



Gambar 5.3
Pemburu jonga menggunakan tumbuki (ilustrasi oleh Toni Anwar)

5.2.5 Hutan Adat (Ammatoa Kajang, Orong, Marena, dan Barambang)

Hutan adat Ammatoa Kajang merupakan hutan adat yang terluas di Sulawesi Selatan yang telah mendapat pengakuan resmi dari pemerintah. Kawasan hutan adat Ammatoa Kajang ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor SK.6746/MENLHK-PSKL/KUM.1/12/2016, tanggal 26 Desember 2016. Hutan adat ini terletak sekitar 51 kilometer dari Ujung Bulu yang merupakan ibukota Kabupaten Bulukumba dan mempunyai luas sekitar 313,99 ha. Areal hutan adat Ammatoa Kajang terkenal karena kondisi hutan yang masih utuh, dan lestari karena dikelola berdasarkan kearifan lokal yang dimiliki oleh masyarakat adat Ammatoa Kajang.

Salah satu faktor utama lestarinya hutan di kawasan adat Ammatoa Kajang adalah karena masyarakat adat Ammatoa Kajang memiliki kepercayaan *Patuntung* (Hijjang, 2005), yang memandang manusia merupakan bagian dari ekosistem alam dan bukan berada diluar ekosistem alam. Hal itu menyebabkan masyarakat adat Kajang akan berusaha hidup harmonis dengan alam tempat mereka berada dan menjadi bagian di dalamnya dengan tidak mengeksploitasi lingkungannya. Masyarakat adat Kajang menganggap hutan sebagai areal yang sakral (Rahman *et al*., 2019) karena merupakan sarung bumi (*boronga topena linoa*). Kesakralan hutan bagi masyarakat adat Ammatoa Kajang makin kental karena masyarakat adat Ammatoa Kajang, meyakini hutan sebagai tangga tempat turun naiknya arwah manusia dari langit ke bumi dan dari bumi ke langit. Masyarakat adat Ammatoa Kajang meyakini bahwa manusia pertama (*Tau Manurung*) (Nisa *dkk*., 2023), turun dari langit ke bumi, serta naik kembali ke langit. Hutan juga menjadi tempat pertama kali bumi dibuat, sehingga hutan memiliki kekuatan gaib yang mampu memberi kesejahteraan, sehingga jika hutan tidak dijaga maka akan mendatangkan bencana (Umajjah *dkk*., 2021).

Dalam kepercayaan *Patuntung*, hutan memiliki beberapa fungsi, yaitu fungsi ritual, dengan menjalankan berbagai upacara atau prosesi adat di dalam kawasan hutan dan fungsi ekologis, yang memandang hutan sebagai pengatur tata air, yang menyebabkan turunnya hujan dan timbulnya mata air. Kepercayaan terhadap sakralnya hutan yang berada

di kawasan adat, menyebabkan kawasan hutan adat sebagai areal keramat dan memiliki berbagai aturan untuk menjaga kondisi dan kelestarian kawasan hutan adat, misal melarang menebang pohon, mengambil rotan, membakar lebah maupun mengambil hasil sungai, seperti udang, ikan, kecuali untuk perayaan ritual adat.

Pengelolaan kawasan hutan adat Ammatoa dilakukan berdasarkan Pasang ri Kajang. *Pasang* artinya pesan dan bagi suku Kajang, Pasang merupakan hal sakral dan wajib dilaksanakan oleh masyarakat yang ada di kawasan Ammatoa. Bila masyarakat tidak melaksanakan *Pasang*, maka dipercaya akan mengakibatkan munculnya berbagai hal yang tidak diinginkan, seperti rusaknya keseimbangan sistem sosial dan ekologis, disamping adanya sangsi adat bagi yang melanggar. Masyarakat adat Kajang masih mempertahankan Pasang sebagai pedoman hidup dan masih mewariskan pedoman tersebut turun temurun secara lisan (Syarif *et al*. 2016).

Areal konservasi tradisional berikutnya adalah Hutan adat Orong, merupakan hutan adat yang terletak di Desa Rante Mario dan Desa Buntu Batuan, Kecamatan Malua, Kabupaten Enrekang. Hutan adat yang dikelola berdasarkan hukum adat Orong ini mempunyai luas sekitar 81 Ha. Hutan adat ini telah ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor: SK. 4715/MENLHK PSKL/PKTHA/PSL.1/7/2018 tanggal 10 Juli 2018. Chandra, (2020) menyebutkan bahwa hutan adat ini memiliki fungsi produksi dan lindung dan sebagian hutan adat merupakan areal yang tidak dijamah manusia serta dijaga dengan mekanisme adat yang ketat.

Hutan adat Marena merupakan areal konservasi tradisional ketiga yang telah diakui keberadaannyya oleh pemerintah. Hutan adat yang terletak di Desa Pekalobeaan dan Desa Singki Kecamatan Anngareja Kabupaten Enrekang ini mempunyai luas sekitar 155 ha dan ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutana dan Lingkungan Hidup Nomor SK. 4716/MENLHK-PSKL/PKTHA/PSL.1/7/2018. Masyarakat adat Marena membagi hutan adat menjadi dua bagian, yaitu hutan yang dikeramatkan (*Pangngala mangkarama*), yang merupakan hutan dengan luas sekitar 5 ha dan terlarang untuk dimasuki serta diganggu tumbuhan dan hewan yang terdapat didalamnya. Hutan keramat ini hanya boleh dimasuki oleh pemangku adat (*batu ariri*) saat ada upacara adat. Selain itu terdapat hutan yang bisa dikelola oleh masyarakat, seluas 150 ha, yang dikelola berdasarkan aturan adat, untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat, seperti untuk keperluan membuat perabot rumah tangga, maupun beberapa hasil hutan bukan kayu, seperti madu dan getah pinus (Jamaluddin *dkk*., 2023).

Selain ketiga hutan adat yang telah ditetapkan oleh pemerintah, sebenarnya masih terdapat cukup banyak hutan adat yang memiliki kondisi yang masih terjaga dan dikelola dengan baik oleh masyarakat adat. Salah satu contoh adalah hutan adat Barambang yang merupakan hutan adat di Desa Barambang, Kabupaten Sinjai. Hutan adat ini dikelola oleh komunitas adat Barambang Katute (Chandra, 2022). Kawasan hutan adat ini sedang dalam proses pengajuan penetapan oleh Menteri Kehutanan dan Lingkungan Hidup, dengan luas yang diusulkan adalah 1.116,6 ha, sementara usulan luas wilayah adat Barambang Katute sendiri adalah sebesar 3.170,60 ha. Pengelolaan hutan adat dilakukan secara hukum adat atau aturan dan kearifan lokal masyarakat Barambang Katute, yang sangat memperhatikan prinsip keseimbangan dan kelestarian ekosistem. Masyarakat adat Barambang Katute membagi kawasan hukum adat Barambang Katute menjadi dua wilayah, yaitu wilayah yang boleh dikelola dan wilayah yang terlarang untuk dikelola. Terdapat aturan adat yang melarang penebangan pohon pada jarak 100 meter dari sungai, karena masyarakat adat menganggap bahwa penebangan di sekitar sungai akan merusak ekosistem sungai.

Masyarakat adat juga memiliki aturan jika melakukan penebangan satu buah pohon, maka penebang diwajibkan untuk menanam kembali 10 pohon pengganti di sekitar lokasi penebangan. Selain itu, masyarakat adat juga mengenal adanya sangsi adat bagi penebang pohon. Jika jumlah pohon yang ditebang dibawah 10 pohon, maka akan dikenakan sangsi ringan, untuk menaman dan memelihara pohon penggati hingga besarnya sama dengan besar pohon yang ditebang. Jika jumlah pohon yang ditebang di atas 10 pohon maka akan dikenakan sangsi berat, dengan maksimal pelanggaran hingga tiga kali dan pemberian sangsi adat berupa pengusiran dari kampung.

5.2.6
Hutan Keramat Masyarakat Adat Cerekang

Provinsi Sulawesi Selatan memiliki empat suku asli yaitu Bugis, Makassar, Mandar dan Toraja. Suku Bugis merupakan mayoritas penduduk Sulawesi Selatan disusul Makassar, Toraja dan Mandar. Daerah penyebaran suku Bugis meliputi Kabupaten Bone, Soppeng, Wajo, Bulukumba, Sinjai, Sidenreng Rappang, Pinrang, Pare-Pare, Barru, Polewali Mamasa, Enrekang, Pangkajene dan Kepulauan dan Maros (Gayo, 1990). Suku Bugis menyebar ke Luwu hingga sampai di sekitar Sungai Cerekang membentuk kelompok adat yang disebut Masyarakat Adat Cerekang, yang memiliki dialek yang agak berbeda dengan bahasa Bugis pada umumnya. Masyarakat Adat Cerekang inti berkedudukan di Desa Manurung, kemudian menyebar ke desa-desa sekitarnya seperti Desa Ussu (arah barat) dan Desa Angkona (arah timur) (Gunawan 2003a).

Masyarakat Adat Cerekang dipimpin oleh seorang Kepala Adat. Masyarakat Adat Cerekang memiliki norma-norma dan sistem nilai yang diyakini dan masih dijunjung tinggi sampai sekarang. Mereka juga memiliki kebiasaan dan tradisi yang masih dijalankan. Norma-norma, tradisi dan adat Cerekang juga masih diakui dan diyakini oleh keturunan masyarakat adat Cerekang yang berada di luar Desa Manurung. Di antara sistem nilai yang berlaku di masyarakat adat Cerekang adalah nilai-nilai kearifan dalam memperlakukan alam. Dalam hal ini, masyarakat Adat Cerekang memiliki hutan adat yang dikeramatkan dan sering disebut 'Hutan Keramat' (Gunawan 2003a).

Beberapa kearifan masyarakat adat Cerekang dalam memperlakukan alam antara lain: (1) Perlakuan terhadap Hutan Keramat, (2) perlakuan terhadap Sungai Cerekang, dan (3) perlakuan terhadap satwa buaya. Ketiga hal tersebut sebenarnya memiliki keterkaitan satu sama lain dan tidak dapat dipisahkan dalam memperlakukannya. Hal ini dikarenakan buaya hidup di Sungai Cerekang dan Sungai Cerekang membelah Hutan Keramat (Gunawan 2003a). Masyarakat Adat Cerekang memperlakukan Sungai Cerekang antara lain dengan :

- Tidak membuang sampah ke dalam Sungai Cerekang.
- Tidak buang air besar di Sungai Cerekang.
- Tidak mencuci kelambu di Sungai Cerekang.
- Tidak mencuci cobek sambal di Sungai Cerekang.

Semua larangan tersebut dimaksudkan agar tidak mengganggu kenyamanan buaya yang hidup di Sungai Cerekang. Masyarakat Adat Cerekang sangat menghormati, menghargai dan menjaga serta tidak mau mengganggu buaya, karena mereka memiliki keyakinan bahwa buaya tersebut bukan buaya biasa tetapi buaya yang berasal dari manusia, yakni salah satu keluarga nenek moyang mereka (Gunawan 2003a).

Hutan yang diakui sebagai Hutan Keramat secara ekologis merupakan ekosistem hutan tepi sungai (*riverine forest*), hutan rawa payau dan hutan hujan dataran rendah. Tidak diketahui dengan pasti sejak kapan dan dengan alasan apa masyarakat Adat Cerekang menetapkan hutan tersebut sebagai Hutan Keramat. Menurut Masyarakat setempat, mereka mengeramatkan hutan tersebut karena di dalamnya bersemayam roh-roh nenek moyang mereka yang tidak boleh diganggu (Gunawan 2003a).

Masyarakat memperlakukan hutan keramat dengan berbagai sikap dan larangan di antaranya adalah (Gunawan 2003a):

1. Tidak boleh mengambil apapun, meskipun sehelai daun dari wilayah hutan keramat.
2. Tidak boleh menginjakkan kaki di wilayah hutan keramat tanpa seijin Kepala Adat.
3. Tidak boleh menangkap atau mengganggu buaya di wilayah hutan keramat.
4. Tidak boleh menghentikan perahu di tempat tenggelamnya kapal milik Saweri Gading. Tempat ini sebenarnya merupakan pertemuan tiga sungai besar yaitu Sungai Cerekang, Sungai Lakawali dan Sungai Usu, sehingga secara alami merupakan pertemuan tiga arus yang setiap saat dapat berpusar dan menenggelamkan kapal yang berada di tempat tersebut. Tempat ini dipercayai memiliki kedalaman lebih dari 50 m dan di dasarnya tersimpan harta karun kapal milik Saweri Gading.
5. Harus bersikap hormat, misalnya dengan mengangkat/membuka topi ketika melewati hutan keramat.

Perlakuan masyarakat Adat Cerekang terhadap buaya yang ada di Sungai Cerekang khususnya dan buaya-buaya di sungai lain di Kecamatan Malili antara lain (Gunawan 2003a):

- Memperlakukan buaya Sungai Cerekang sebagai layaknya manusia.
- Jika ada bayi yang lahir bersamaan dengan lahirnya anak buaya, maka anak buaya tersebut dianggap sebagai saudara atau kembaran anak tersebut. Untuk selanjutnya bayi buaya tersebut akan diperlakukan sebagaimana seorang saudara, dijaga, disayangi, ditengok, atau disapa ketika bertemu. Orang yang menganggap buaya sebagai kembarannya biasanya hafal betul bentuk, rupa dan ciri-ciri buaya yang dianggap saudaranya tersebut.
- Tidak melakukan perbuatan yang akan menyakiti atau mengganggu buaya di Sungai Cerekang, misal mencuci cobek bekas sambal yang akan membuat mata buaya menjadi sakit. Demikian juga untuk menjaga kenyamanan tempat tinggal buaya, mereka tidak membuang sampah atau berak di Sungai Cerekang. Tidak mencuci kelambu di sungai dimaksudkan agar buaya tidak merasa takut karena kelambu seperti jala penangkap ikan.

Berkat kearifan masyarakat Adat Cerekang, populasi buaya dapat hidup berdampingan secara harmonis dengan masyarakat dan populasinya berkembang secara lestari. Hasil inventarisasi Gunawan (2003b), populasi buaya di sekitar hutan adat Cerekang dengan luas 264 ha mencapai 132 ekor.

5.2.7 Konservasi Tradisional Hutan oleh Masyarakat Adat di Pulau-Pulau Kecil

Salah satu masyarakat adat yang berdiam di pulau kecil adalah masyarakat adat Kadie Mandati. Masyarakat adat ini bermukim di Pulau Wangi-Wangi, Provinsi Sulawesi Tenggara. Arafah *dkk*., (2008) menyatakan bahwa masyarakat adat Kadie Mandati menyebut hutan dengan istilah motokau. Hutan bagi masyarakat adat Kadie Mandati memiliki beragam fungsi yaitu fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial budaya. Oleh karena itu masyarakat adat Kadie Mandati membagi hutan menjadi dua bagian, yaitu kaindea, merupakan hutan yang terlarang untuk dikonversi dan hanya diperuntukkan bagi pemanfaatan sangat terbatas, serta motika, merupakan hutan yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan umum, namun dalam batas dan aturan tertentu.

Kaindea merupakan hutan komunal milik adat dan keluarga. Terdapat dua tipe kaindea yaitu kaindea u'sara merupakan hutan milik adat, serta kaindea u'santuha merupakan hutan milik keluarga. Hutan kaindea telah dibangun oleh masyarakat adat Kadie Mandati selama ratusan tahun. Hutan ini sengaja ditanam oleh masyarakat adat, dengan tujuan utama untuk fungsi ekologis yaitu sebagai sumber air, menjaga kesuburan tanah, termasuk tanah kebun yang mengelilingi kaindea, dan menjaga iklim mikro misalnya kenyamanan udara. Tumbuhan yang ditanam di kaindea adalah kenari, enau, mangga, serta beragam spesies pepohonan.

Masyarakat adat Kadie Mandati melakukan pengelolaan kaindea secara hati-hati. Masyarakat tidak diperbolehkan melakukan pengambilan kayu di areal kaindea. Pemanfaatan yang boleh dilakukan hanya berupa pengambilan HHBK, seperti madu, nira aren, buah-buahan, umbi dan rebung bambu, yang dilakukan atas ijin dari pemiliknya.

Peran ekologis yang dimiliki oleh kainde menyebabkan posisi kaindea berada ditengah-tengah dan dikelilingi oleh kebun masyarakat (koranga), yang merupakan areal masyarakat bercocok tanam untuk kebutuhan pangan. Di antara kaindea dan kebun masyarakat terdapat jarak sekitar 15 m, yang berperan sebagai area penyangga. Area penyangga tersebut selain berperan sebagai pembatas juga berperan sebagai pelindung agar saat masyarakat mengelola kebun, tidak sampai merambah ke kaindea. Area penyangga ini umumnya ditanami dengan tanaman bambu. Kaindea yang telah berumur ratusan tahun umumnya terlihat menyatu dengan kebun masyarakat yang mengapitnya, jika kebun masyarakat tersebut juga ditanami tanaman pepohonan dan usianya juga telah ratusan tahun.

Motika merupakan areal hutan yang boleh dimanfaatkan untuk pengambilan kayu. Meskipun demikian, pengambilan kayu harus dilakukan dengan seijin ketua adat dan harus memenuhi beberapa syarat yang menjadi aturan adat. Pemanfaatan dapat dilakukan untuk kepentingan upacara adaat, kepentingan pribadi misal untuk pembuatan rumah atau tiang kapal layar, maupun untuk kepentingan umum, seperti pembangunan rumah jabatan dan pembuatan perahu layar.

5.3 PERKEMBANGAN KAWASAN KONSERVASI

5.3.1 Kawasan Konservasi Teresterial

a In Situ

Indonesia memiliki kawasan hutan yang luas yaitu 120,49 juta ha atau 62,97% dari luas daratan Indonesia. Data pada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2020 menunjukkan bahwa selain kawasan hutan, juga terdapat 5,32 juta ha kawasan konservasi perairan, sehingga total kawasan hutan dan kawasan konservasi perairan Indonesia mencakup wilayah seluas 125,82 juta ha. Khusus untuk wilayah Sulawesi, luas kawasan konservasi daratan dan perairan dalam kurun 2021-2022 disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Luas Kawasan Konservasi Perairan dan Daratan di Sulawesi tahun 2021-2022

No.	Provinsi	2021		2022	
		Perairan (ha)	Daratan (ha)	Perairan (ha)	Daratan (ha)
1	Sulawesi Utara	69.800	245.165	69.800	245.165
2	Sulawesi Tengah	340.119	646.148	340.119	646.148
3	Sulawesi Selatan	49.104	741.681	606.804	231.029
4	Sulawesi Tenggara	1.504.160	282.924	1.504.160	282.924
5	Gorontalo	0	196.653	0	196.653
6	Sulawesi Barat	0	215.190	0	215.190
Jumlah		1.963.183	2.327.761	2.520.883	1.817.109

Sumber: bps.go.id

1 Dinamika Perkembangan Kawasan Konservasi

Perubahan kawasan konservasi dan keanekaragaman hayati di Sulawesi khususnya dan di Indonesia pada umumnya, antara lain adanya penambahan kawasan konservasi baru atau mengganti kawasan konservasi yang telah beralih fungsi peruntukannya dan merestorasi kawasan konservasi yang terdegradasi. selama periode review RTRW Provinsi di kawasan Wallacea (Sulawesi, Nusa Tenggara dan Maluku) ada 22 kawasan konservasi yang mengalami pengurangan luas karena perubahan peruntukan, dengan total luas pengurangan 41.500 ha. Di sisi lain ada juga juga penambahan kawasan konservasi baru seluas 220.769 ha atau meningkat 5,42% dari luasan sebelumnya (Gunawan & Sugiarti 2015).

Perubahan peruntukan kawasan hutan yang dilakukan melalui revisi RTRW mengakibatkan proses-proses spasial sebagai berikut: (1) Perforasi (*perforation*) merupakan proses membuat lubang di dalam habitat; (2) Pemotongan (*dissection*) adalah pemotongan atau pembagian area menjadi habitat berbeda dengan lebar yang relatif sama; (3) Fragmentasi (*fragmentation*) adalah pemecahan habitat menjadi potongan-potongan yang lebih kecil; (4) Penyusutan (*shrinkage*) terjadi seiring potongan habitat berlanjut dengan penurunan luas (5) Erosi habitat (*attrition*), proses dari potongan habitat yang tersisa berangsur hilang, karena degradasi atau suksesi (Forman 1995; Gunawan 2014). Gunawan & Sugiarti (2015) mengumpulkan data kawasan konservasi di wilayah Wallacea yang mengalami pengurangan luas akibat RTRW hingga tahun 2014, disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Bentuk dan alasan pengurangan luas kawasan konservasi di wilayah Wallacea (Sulawesi dan Maluku)

No	Kawasan Konservasi	Provinsi	Luas Asal (Ha)	Berkurang (Ha)	Bentuk Pengurangan,	Penyebab/Alasan
1	TN. Bogani Nani Warta Bone	Gorontalo	287.115,00	14.000,00	Perforasi	Penambangan emas
2	CA. Gunung Ambang	Sulut	8.638,00	16,00	Perforasi	Pemukiman dan lahan garapan
3	SM. Tanjung bakiriang	Sulut	12.500,00	1.818,00	Perforasi. Penyusutan	Pemukiman dan lahan garapan
4	TN. Bunaken Manado Tua	Sulut	89.065	164,00	Perforasi	Pemukiman dan lahan garapan
5	CA. Gunung Dua Saudara	Sulut	4.299,00	2,00	Penyusutan	Pemukiman
6	SM Pati-Pati	Sulteng	3.103,79	6,00	Penyusutan	Pemukiman
7	SM Lombuyan	Sulteng	3.069,00	27,00	Penyusutan	Pemukiman
8	Tahura Paboya	Sulteng	8.100,00	1.305,00	Penyusutan. Fragmentasi	Pertambangan
9	CA. Morowali	Sulteng	209.400,00	440,00	Penyusutan	Pemukiman dan lahan garapan
10	CA. Pangi Binangga	Sulteng	6.000,00	9,00	Penyusutan	Pemukiman dan lahan garapan
11	TN Lore Lindu (8 lokasi)	Sulteng	217.991,18	4.654,00	Penyusutan. Perforasi. Fragmentasi. Pemotongan	Pemukiman. lahan garapan. jalan
12	CA. Pamona	Sulteng	25.967,30	99,00	Penyusutan	Pemukiman dan lahan garapan
13	TN. Togian (CA. Tj. Api)	Sulteng	4.246,00	539,00	Perforasi	Pemukiman dan lahan garapan
14	CA. Gunung Dako	Sulteng	19.590,20	37,00	Penyusutan	Pemukiman dan lahan garapan
15	SM Tanjung Matop	Sulteng	1.612,50	58,00	Penyusutan	Pemukiman dan lahan garapan
16	SM Lampoko	Sulbar	2.000,00	102,00	Erosi Habitat	Pemukiman dan lahan garapan
17	SM Mampie	Sulbar	1.000,00	723,00	Erosi Habitat	Pemukiman dan lahan garapan
18	SA Sahuwai-CA Tanjung Sial	Maluku	19.934,16	6.576,00	Penyusutan. Perforasi	Lahan garapan
19	CA Tafermar (Pulau Molu)	Maluku	3.039,30	2,00	Penyusutan	Pemukiman

No	Kawasan Konservasi	Provinsi	Luas Asal (Ha)	Berkurang (Ha)	Bentuk Pengurangan,	Penyebab/Alasan
20	TN Rawa Aopa Watumohai	Sultra	105.194,00	2.828,00	Fragmentasi. Perforasi. Penyusutan. Erosi Habitat	Pemukiman. jalan. lahan budidaya pertanian
21	SM Tanjung Peropa	Sultra	38.937,00	34,00	Fragmentasi. Penyusutan	Jalan
22	TB Mataosu	Sultra	8.061,00	8.061,00	Erosi Habitat	Pertambangan (rencana)
Jumlah			986.758,13	41.500,00	4.21%	

Sumber : Gunawan & Sugiarti (2014)

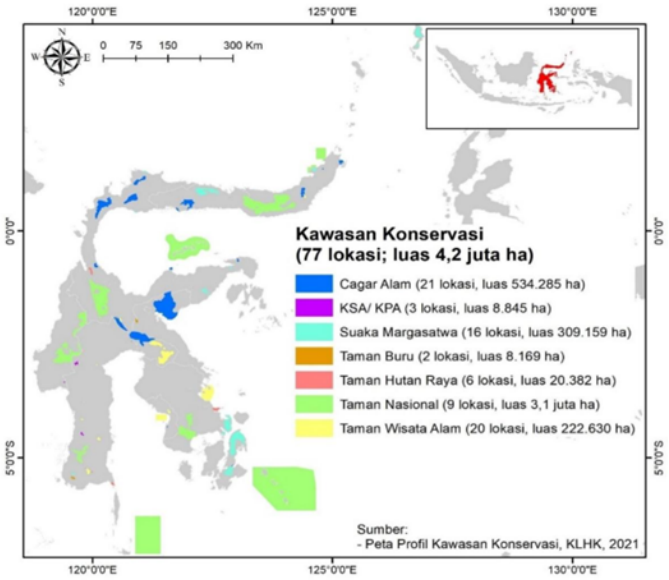
Untuk mengganti kawasan konservasi yang berkurang atau menyusut luasannya, maka bersamaan dengan proses RTRW dilakukan pengusulan kawasan-kawasan konservasi baru. Pada saat RTRW Provinsi Gorontalo tahun 2009, diusulkan Taman Nasional Nantu-Boliyohuto melalui RTRW Provinsi Gorontalo, yang berasal dari SM Nantu seluas 31.215 ha dan Kelompok Hutan Lindung Boliyohuto seluas 20.220 ha. Pada saat RTRW Provinsi Sulawesi Barat tahun 2012, Tim Terpadu merekomendasikan perubahan fungsi kawasan HL Gunung Gandang Dewata menjadi taman nasional dengan luas 213.240 ha. Hasil ekspedisi ilmiah ke Gunung Mekongga di Sulawesi Tenggara merekomendasikan usulan Gunung Mekongga sebagai taman nasional dengan luas 258.519,5 Ha (Gunawan & Sugiarti, 2015).

Hingga saat ini di Sulawesi ada sembilan Taman Nasional yang meliputi:

1. Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (43.750 ha), Provinsi Sulawesi Selatan
2. Taman Nasional Bogani Nani Wartabone (287.115 ha), Provinsi Sulawesi Utara dan Gorontalo
3. Taman Nasional Bunaken (89.065 ha), Provinsi Sulawesi Utara
4. Taman Nasional Gandang Dewata (189.208,17 ha), Provinsi Sulawesi Barat
5. Taman Nasional Kepulauan Togean (365.240 ha), Provinsi Sulawesi Tengah
6. Taman Nasional Lore Lindu (217.991,18 ha), Provinsi Sulawesi Tengah
7. Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai (105.194 ha), Provinsi Sulawesi Tenggara
8. Taman Nasional Taka Bonerate (5,307 km^2), Provinsi Sulawesi Selatan
9. Taman Nasional Wakatobi (13,900 km^2), Provinsi Sulawesi Tenggara

Selain taman nasional, Sulawesi juga memiliki Taman Hutan Raya (Tahura) yang umumnya dibentuk pada masa otonomi daerah, dan dikelola oleh pemerintah daerah, yaitu:

1. Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Hein Victor Worang (208,81 ha), Kota Manado, Sulawesi Utara.
2. Taman Hutan Raya Sulawesi Tengah (7.128 ha), Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah
3. Taman Hutan Raya B.J. Habibie (6.208 ha), Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo
4. Taman Hutan Raya Bontobahari (3.475 ha), Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan
5. Tahura Sinjai/Abdul Latief (720 ha), Provinsi Sulawesi Selatan
6. Tahura Murhum/Nipa-Nipa (7.877,5 ha), Provinsi Sulawesi Tenggara



Gambar 5.4
Kawasan Konservasi di Sulawesi

2 Kawasan Potensial Sebagai Kawasan Konservasi

Selain kawasan konservasi yang sudah ditetapkan oleh pemerintah, Sulawesi juga memiliki beberapa kawasan yang potensial dikembangkan menjadi kawasan konservasi. Selain karena kekhasan alam dan keanekaragaman hayatinya, kawasan ini juga memiliki nilai konservasi sebagai area pelestarian alam khas Sulawesi.

Mekongga: Hotspot Keanekaragaman Hayati Sulawesi Tenggara

Pegunungan Mekongga merupakan pegunungan tertinggi di semenanjung Sulawesi Tenggara dengan puncaknya di ketinggian 2.620 m dpl. Kompleks hutan Mekongga mencakup ekosistem hutan hujan tropis dataran rendah dan pegunungan yang kaya akan keanekaragaman hayati flora, fauna, dan mikroba. Hutan Mekongga kemungkinan besar merupakan kawasan terakhir yang tersisa di zona Wallacea Sulawesi, khususnya di Sulawesi Tenggara, yang masih dalam kondisi baik untuk konservasi keanekaragaman hayati. Keanekaragaman ekosistem pegunungan Mekongga terdiri atas hutan hujan tropsi daratan rendah primer dan sekunder, hutan hujan tropis sub pegunungan (1.000-1.500 m dpl), hutan hujan tropis pegunungan (1.500-2.400 m dpl), dan hutan sub alpin (> 2.400 m dpl) (Gunawan & Sugiarti 2014a; 2015).

Pegunungan Mekongga terletak di dua kabupaten, yaitu Kabupaten Kolaka di bagian Selatan dan Kabupaten Kolaka Utara di bagian Utara. Kompleks hutan Mekongga mencakup area seluas 345.843 Ha yang terdiri dari Hutan Lindung (±258.519,50 Ha), Hutan Produksi Terbatas (±46.248,50 Ha), Hutan Produksi (±24.867,50 Ha), Hutan Produksi Konversi (±8.684,35 Ha), dan Hutan Konservasi (luas lahan Taman Wisata Alam Padamarang 3.654,10 Ha, Cagar Alam Mangolo 3.869,05 Ha). Luas lahan berhutan yang memungkinkan untuk menjadi bagian dari taman nasional yang diusulkan adalah kawasan Hutan Lindung seluas 258.519,5 Ha (Gunawan *et al.* 2013; Gunawan & Sugiarti 2014a).

Matarombeo: Karst Eksotis Khas Sulawesi Utara

Kawasan Matarombeo yang terletak di Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Utara merupakan kawasan karst terluas di Sulawesi dengan luas lebih dari 750 km^2 (Cannon *et al*., 2005; Thomas *et al.* 2018). Matarombeo adalah pegunungan bebatuan gamping langka di Asia Tenggara dengan ketinggian 1.500 m dpl. Kelerengan antara 25% sampai dengan >40% berada pada hulu Sungai Lasolo yang merupakan wilayah Pegunungan Matarombeo. Kawasan ini membentang sangat luas mencakup Sulawesi bagian tengah sampai Sulawesi bagian tenggara. Syahrun *dkk.* (2022)

menyebutkan minimnya informasi ilmiah menjadikan wilayah ini masih memerlukan eksplorasi secara lebih intensif.

Keunikan kawasan ini makin menarik selain terdapat hutan dengan keanekaragaman hayati tinggi, juga ditemukan situs gua prasejarah yakni Gua Tengkorak Matarombeo yang memuat banyak bukti-bukti arkeologis masa lalu. Ekosistem karst ini tertanam dalam kompleks tanah ultrabasa, sehingga transisi tipe hutan dan komposisi spesiesnya berbeda secara tiba-tiba (Cannon *et al*., 2005). Thomas *et al*. (2018), menemukan keunikan keanekaragaman hayati berupa dua spesies baru *Begonia*, yaitu *Begonia balgooyi*, dan B. matarombeoensis. Selain dua spesies tersebut ditemukan spesies baru lain yakni B. watuwilensis. yang memiliki habitat ekosistem karst dan endemik Sulawesi Tenggara.

Meski secara umum karst ini masih dilestarikan, karst Konawe tidak luput dari ancaman kerusakan lingkungan. Perbukitan utara pengunungan Matarombeo telah berganti menjadi perkebunan kelapa sawit, kakao, lada, dan tebu. Hutan pinggiran di lereng utara pegunungan Matarombeo juga telah menjadi perluasan lahan perkebunan. Maraknya kegiatan perkebunan tidak hanya menghabiskan hutan primer, tetapi juga meningkatkan kekhawatiran terhadap pencemaran akibat residu peptisida dan pupuk yang terbawa aliran air hujan ke sungai. Selain itu, kawasan ini juga rentan terhadap penambangan, karena kawasan karst mengandung unsur-unsur geologis. Salah satu upaya pemerintah daerah Sulawesi Tenggara adalah dengan menjadikan kawasan Matarombeo menjadi Geopark atau Taman Bumi. Dengan tingginya potensi kekayaan alam dan bukti arkeologis yang tersimpan, kawasan Matarombeo perlu dikelola dalam bentuk unit pengelolaan kawasan konservasi atau bentuk pengelolaan lainnya agar tetap lestari di tengah ancaman alih fungsi lahan di sekitar kawasan.

b Konservasi Eks Situ

Konservasi eks situ adalah konservasi tumbuhan dan/atau satwa yang dilakukan di luar habitat alaminya. Tujuannya adalah berpatisipasi dalam penyelamatan tumbuhan dan atau satwa liar dengan pengawetan dan pengembangan populasi di luar habitat aslinya.

1 Lembaga Konservasi

Untuk mendukung konservasi *ex situ*, pemerintah mendorong berdirinya Lembaga Konservasi yang diatur melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.22/MENLHK/SETJEN/KUM.1/5/2019 Tentang Lembaga Konservasi. Lembaga konservasi adalah lembaga yang bergerak di bidang konservasi tumbuhan dan/atau satwa liar di luar habitatnya (*ex-situ*), baik berupa lembaga pemerintah maupun lembaga non-pemerintah. Lembaga Konservasi mempunyai fungsi utama sebagai tempat pengembangbiakan terkontrol dan/atau penyelamatan tumbuhan dan satwa liar dengan tetap mempertahankan kemurnian spesiesnya. Lembaga konservasi juga mempunyai fungsi sebagai tempat pendidikan, peragaan, penitipan sementara, sumber indukan dan cadangan genetik untuk mendukung populasi in-situ, sarana rekreasi yang sehat dan penelitian serta pengembangan ilmu pengetahuan, dengan pengelolaannya dilakukan berdasarkan prinsip etika dan kesejahteraan satwa. Lembaga konservasi terdiri atas Lembaga Konservasi Umum dan Lembaga Konservasi Khusus. Lembaga konservasi untuk kepentingan umum berbentuk kebun binatang, taman safari, taman satwa, taman satwa khusus, museum zoologi, kebun botani, taman tumbuhan khusus atau herbarium, sedangkan Lembaga Konservasi khusus adalah untuk kepentingan khusus penyelamatan seperti pusat penyelamatan satwa, pusat konservasi satwa khusus, pusat rehabilitasi satwa dan pusat latihan satwa khusus. Ssmpai tahun 2022, terdapat 79 unit LK Umum dan 28 LK Khusus (KLHK, 2023).

Di Sulawesi Lembaga Konservasi hanya ada dua, yaitu Taman Satwa milik CV. Gunung Kekewang (Izin: SK Kepala BKPM No: 2/1/ILK/PMDN/2018 tanggal 23 Mei 2018), dan Pusat Penyelamatan Satwa Tasikoki yang dikelola oleh Yayasan Masarang. Selain itu terdapat Anoa *Breeding Center* yang dikelola oleh Balai Penerapan Standar Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BPSILHK) di Manado, dan Pusat Konservasi Eksitu Maleo PT Donggi-Senoro LNG, Desa Uso, Kecamatan Batui, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah.

Konservasi *Macaca nigra* di Sulawesi: Mempertahankan Kekayaan Keanekaragaman Hayati

Sulawesi, merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia dan menyimpan kekayaan alam yang luar termasuk populasi primata yang unik dan menarik. Macaca termasuk dalam famili Cercopithecidae dan Sulawesi memiliki sekitar tujuh spesies dari total 12 spesies yang ada di Indonesia. Marga Macaca di pulau Sulawesi memiliki karakteristik unik dan beragam, salah satunya adalah Macaca nigra (Sulawesi crested black macaque) atau yang lebih dikenal dengan nama lokal "Yaki/monyet hitam sulawesi". Yaki terdistribusi di sepanjang Sulawesi bagian Utara, sejumlah populasi telah diintroduksi di Pulau Bacan yang merupakan daerah di luar daerah asalnya.

Meskipun kehadiran macaca memberikan keindahan tersendiri di Sulawesi Utara, namun populasi mereka menghadapi berbagai ancaman serius. Perambahan hutan untuk pertanian, perburuan ilegal, dan perdagangan hewan liar adalah beberapa faktor yang mengancam kelangsungan hidup macaca di wilayah ini. Konservasi Macaca nigra di Sulawesi Utara telah dilakukan secara serius baik dari pemerintah, organisasi non-pemerintah, hingga masyarakat setempat. Beberapa langkah penting telah diambil untuk memastikan kelangsungan hidup dan kesejahteraan populasi yaki yaitu penetapan kawasan konservasi dan peningkatan perlindungan kawasan seperti di CA. Tangkoko Batuangus, CA. Gunung Ambang, SM. Manembo-nembo, serta kawasan lindung di luar kawasan konservasi yaitu Gunung Masarang yang dikelola oleh Yayasan Masarang bersama BKSDA Sulawesi Utara. Peningkatan kesadaran masyarakat dalam bentuk edukasi masyarakat gencar dilakukan oleh akademisi dari Universitas Sam Ratulangi, PPS Tasikoki dan Yayasan Selamatkan Yaki. Kerjasama antara pemerintah, kepolisian, dan organisasi konservasi penting dalam upaya penegakan hukum untuk mengatasi perburuan liar. Penelitian dan Pemantauan Populasi dilakukan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB) dan bekerjasama dengan Universitas Sam Ratulangi dan memiliki fasilitas stasiun pengamatan di CA. Tangkoko. Penelitian yang intensif dan pemantauan terhadap populasi macaca membantu dalam pemahaman perilaku, reproduksi, dan kebutuhan habitat mereka. Informasi ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan strategi konservasi yang lebih efektif.

Konservasi macaca di Sulawesi bukan hanya tentang melindungi satu spesies, tetapi juga menjaga keseimbangan ekosistem dan keanekaragaman hayati pulau ini. Dengan kerja sama lintas sektor dan komitmen bersama, kita dapat memastikan bahwa keturunan kita akan terus memiliki keajaiban alam ini untuk dinikmati dan dipelajari. Sulawesi memiliki potensi untuk menjadi contoh keberhasilan dalam konservasi primata. Dengan melibatkan masyarakat, meningkatkan kesadaran, dan mengambil tindakan nyata, kita dapat memastikan bahwa macaca di Sulawesi tidak hanya bertahan hidup, tetapi juga berkembang dan memberikan kontribusi positif bagi ekosistemnya. Konservasi bukan hanya tanggung jawab pemerintah, tetapi juga panggilan bagi kita semua untuk menjaga keberlanjutan alam semesta yang kita huni.

Anoa Breeding Center:
Konservasi Eks Situ Anoa

Sulawesi dikenal dengan keragaman fauna endemiknya, namun tidak banyak fasilitas konservasi ex-situ untuk melestarikan satwa khas Sulawesi. Beberapa di antaranya adalah Gowa Discovery Park dan Bontomaranu Education Park di Sulawesi Selatan, selain itu juga ada Taman Margasatwa Tandu Rusa yang ada di Kota Bitung Sulawesi Utara. Selain sebagai tempat untuk kolekasi hewan khas Sulawesi, lokasi ini juga dapat digunakan sebagai tempat wisata dan belajar. Sebagian besar koleksi hewan adalah khas Sulawesi seperti anoa, tarsius, monyet sulawesi, kus-kus sulawesi dan beragam jenis burung.



Tahun 2015, terbentuk Anoa Breeding Center (ABC) yang merupakan kegiatan konservasi ex-situ khususnya untuk satwa anoa. Anoa Breeding Center awalnya adalah kegiatan penelitian dan pengembangan yang dilaksanakan oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BP2LHK) Manado yang saat ini telah berganti nama menjadi Balai Penerapan Standar dan Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BPSILHK) Manado bersama-sama dengan Balai Konservasi Sumberdaya Alam (BKSDA) Sulawesi Utara. Pembentukan dan pengembangan ABC awalnya adalah sebagai sarana penelitian untuk mendapatkan berbagai informasi yang dapat mendukung konservasi anoa di Sulawesi. Anoa merupakan satwa mamalia terbesar di Sulawesi dan termasuk kategori satwa dilindungi dan terancam punah serta sangat sulit bertemu secara langsung di habitat aslinya. Populasi dan sebaran anoa di daratan Sulawesi dan Buton kini mulai terbatas dan umumnya dijumpai di hutan-hutan primer yang tidak terganggu seperti di TN. Bogani Nani Wartabone, SM. Nantu, TN. Lore Lindu, TN. Rawa Aopa Watumohai, dan kawasan-kawasan konservasi lainnya yang masih terjaga.

Lokasi ABC berada di Kota Manado, Sulawesi Utara, terdapat kurang lebih sebanyak sepuluh individu anoa yang dipelihara dalam lingkungan yang terkontrol termasuk penyediaan pakan, kontrol kesehatan dan reproduksi. Tidak hanya sebagai lokasi penelitian, ABC juga memiliki daya tarik sebagai tempat belajar terutama bagi generasi muda untuk semakin peduli terhadap lingkungannya. Pembelajaran dilakukan dengan melakukan kunjungan di lokasi ABC, selain bisa melihat secara langsung anoa juga akan mendapatkan banyak informasi terkait dengan anoa. Keberadaan ABC kemudian menjadi inspirasi konservasi anoa di Sulawesi yaitu pembangunan sanctuary anoa di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai di Sulawesi Tenggara dan konservasi in situ anoa di Taman Wisata Alam Lejja oleh Balai Besar Konservasi Sumberdaya Alam Sulawesi Selatan.

2 Konservasi Eks Situ Kebun Raya

Konservasi *ex situ* lainnya adalah Taman Kehati yang dibangun oleh pemerintah daerah, perguruan tinggi dan swasta. Sampai tahun 2021 di Sulawesi ada sembilan taman kehati (TK) yaitu: TK Sulawesi Utara, TK Kaki Dian, TK Universitas Manado (Sulawesi Utara); TK Semen Tonasa (Sulsel); TK Oheo, TK Kota Bau-bau (Sultra); TK Kokolomboi dan TK Universitas Tadulako (Sulteng). Salah satu upaya konservasi ex situ flora Sulawesi adalah pembangunan kebun raya. Kebun raya adalah kawasan yang memiliki kolekasi tumbuhan yang terdokumentasi dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, bioregion, tematik atau kombinasi dari pola-pola tersebut dengan tujuan untuk penelitian, pendidikan, wisata dan jasa lingkungan. Salah satu bentuk dari Kebun Raya adalah Kebun Raya Daerah yang gencar dilakukan pada masa otonomi daerah. Dasar hukum pembangunan Kebun Raya Daerah adalah Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 93 Tahun 2011 Tentang Kebun Raya.

Hingga tahun 2019 secara nasional ada 44 kebun raya yang terdiri atas lima kebun raya LIPI (sekarang BRIN) dan 39 kebun raya yang diprakrasai oleh pemerintah daerah, perguruan tinggi dan swasta. Di Sulawesi terdapat delapan kebun raya daerah (KRD). yaitu: KR Minahasa, KR Megawati Soekarnoputri (Sulut), KR Kendari, KR Universitas Haluoleo (Sultra), KR Massenrempulu Enrekang, KR Jompie Pare-Pare, KR Pucak (Sulsesl), dan KR Sigi (Sulteng) (Gunawan & Sugiarti 2023).

Kebun Raya Jompie Pare-pare (KRJP) telah berdiri sejak tahun 1920, awalnya merupakan sebuah hutan kota kemudian ditata ulang menjadi Kebun Raya dengan luas 13,6 ha. Kebun raya ini menjadi pusat koleksi dan konservasi tumbuhan kawasan pesisir Wallacea dengan menonjolkan keanekaragaman tumbuhan obat, tumbuhan adat dan ethobotani. Logo yang digunakan KRJP adalah *Pigafetta elata.* yang merupakan salah satu palem endemik Sulawesi yang memiliki nilai pemanfaatan yang cukup tinggi di Sulawesi yaitu sebagai bahan bangunan dan bahan pangan. Jumlah koleksi tumbuhan di KRJP mencapai 239 spesies tumbuhan non anggrek, 34 spesies tumbuhan anggrek dan 19 spesies tumbuhan paku (Rahayu dkk, 2020). Tiga spesies tumbuhan koleksi yang endemik Sulawesi adalah *Diospyros celebica*, *Pinanga caesia* dan *Coelogyne caloglossa* (Yuzammi & Hidayat, 2002). Koleksi anggrek di KRJP baru mencapai 6,2% dari 548 spesies anggrek yang ditemukan di Sulawesi.

Kebun Raya Megawati Soekarnoputri (KRMS) berdiri di atas lahan bekas tambang PT. Newmont Minahasa Raya (NMR) di Ratatotok dengan luas 221 ha yang dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Minahasa Tenggara dan Kawasan Minahasa Tenggara sebagai mitra. KRMS mempunai tema "konservasi tumbuhan pamah kawasan Wallacea" dengan ikon tumbuhan yang dipilih adalah "leilem" (*Clerodendrum minahassae* Teijsm. & Binn.), karena tumbuhan tersebut merupakan spesies tumbuhan lokal, memiliki nilai ekonomi, dan dimanfaatkan secara lokal oleh masyarakat. Spesies tumbuhan yang dikembangkan di Kebun Raya ini merupakan spesies fitoremediasi yang merupakan salah satu teknologi yang menggunakan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah dan air yang tercemar. Diketahui ada 66 spesies yang menjadi koleksi KRMS, di antaranya adalah jati (*Tectona grandis.*), nantu (*Palaquium obtusifolium*), kayu manis (*Cinnamomum burmanni*), sengon (*Falcataria falcata*, mahoni (*Swietenia macrophylla*), jabon merah (*Neolamarckia macrophylla*), linggua (*Pterocarpus indicus*), ketapang air (*Terminalia catappa*), serta berbagai spesies tumbuhan perdu dan rerumputan.

5.3.2 Kawasan Konservasi Perairan

Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 22 Tahun 2020, kawasan konservasi perairan adalah kawasan perairan yang dilindungi, dikelola dengan sistem zonasi, untuk mewujudkan pengelolaan sumber daya ikan dan lingkungannya secara berkelanjutan. Penetapan kawasan konservasi perairan ditujukan untuk melindungi sumber daya ikan, tempat persinggahan alur migrasi biota laut, wilayah yang diatur oleh adat tertentu, dan ekosistem pesisir yang unik atau rentan terhadap perubahan.

Mengacu Peraturan Menteri Perikanan No. 31 Tahun 2020, pada Kawasan Konservasi Nasional yang berada di bawah

kewenangan Menteri Kelautan dan Perikanan (KKP) adalah berada di wilayah perairan di luar 12 mil laut diukur dari garis pantai ke arah laut lepas, berada di wilayah perairan pesisir lintas provinsi, bagian kawasan strategis nasional, wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang memiliki karakteristik tertentu seperti secara ekologis dan geografis bersifat lintas negara, mencakup habitat spesies ikan tertentu dan memiliki nilai arkeologis. Kawasan Konservasi Daerah kewenangannya berada pada Gubernur yang berada pada kawasan perairan antara 0 – 12 mil. Ada empat bentuk kawasan konservasi perairan yang dikelola di bawah wewenang Kementerian LHK meliputi Taman Nasional Laut, Taman Wisata Alam Laut, Suaka Margasatwa Laut, Cagar Alam Laut. Sedangkan empat bentuk lainnya dikelola KKP yaitu Kawasan Konservasi Perairan Daerah, Taman Nasional Perairan, Suaka Alam Perairan, dan Taman Wisata Perairan.

Hingga saat ini terdapat cukup banyak kawasan konservasi yang berada di ekoregion laut sekitar Sulawesi, yaitu Taman Wisata Perairan (TWP) Kapoposang, 46 buah Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD) yang tersebar di beberapa provinsi, empat Taman Nasional Laut (TNL Bunaken, TNL Taka Bone Rate, TNL Wakatobi dan TNL Kepulauan Togean), dua Taman Wisata Alam Laut (TWAL) Teluk Lasolo dan TWAL Kepulauan Padamarang (Pusat Data, Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022; Tabel 5.3).

Tabel 5.3 Jumlah dan luas kawasan konservasi laut di wilayah Sulawesi tahun 2020

Provinsi	TNL		TWAL		TWP		KKPD	
	Jumlah	Luas (ha)	Jumlah	Luas (ha)	Jumlah	Luas (ha)	Jumlah	Luas (ha)
Sulawesi Utara	1	89.065,00					7	271.150,92
Sulawesi Tengah	1	362.605,00					6	1.338.291,83
Sulawesi Selatan	1	530.765,00			1	50.000,00	7	1.001.156,71
Sulawesi Tenggara	1	1.315.434,00	2	117.800,00			11	426.274,49
Gorontalo							12	40.552,17
Sulawesi Barat							3	149.880,00

Taman di Perairan Laut Sulawesi:
Pencadangan Kawasan Konservasi untuk Pelestarian dan Pemanfaatan Berkelanjutan

Dalam upaya melindungi, melestarikan, dan memanfaatkan keanekaragaman hayati laut berupa habitat pemijahan dan pegasuhan ikan cakalang, selar, dan layang, serta adanya fenomena alam dan keunikan dan daya tarik tinggi yang berpeluang besar untuk menunjang pengembangan perikanan yang berkelanjutan, pada tahun 2024, pemerintah melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 13 Tahun 2024 Tanggal 26 Februari 2024 menetapkan Pencadangan Kawasan konservasi di Perairan Laut Sulawesi. Dalam peraturan ini perairan laut Sulawesi ditetapkan sebagai pencadangan Kawasan Konservasi di Perairan Laut Sulawesi yang dikelola sebagai Taman di Perairan Laut Sulawesi.

Luas keseluruhan kawasan tersebut adalah 603.511,30 Hektar, yang terdiri atas:

a) zona inti dengan luas 237.850,44 Hektar
b) zona pemanfaatan terbatas dengan luas 253.678,45 Hektare
c) zona lain sesuai peruntukan kawasan dengan luas 111.982,41 Hektare, yang terdiri atas:
1. zona bangunan dan instalasi laut dengan luas 15.787,01 Hektare
2. zona jalur lalu lintas kapal dengan luas 96.195,40 Hektar

5.4 PERAN LEMBAGA DALAM KONSERVASI SUMBER DAYA ALAM

5.4.1 Pengelolaan Kawasan Konservasi sebagai KPHK

Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) merupakan unit pengelolaan hutan di tingkat tapak. Dalam Undang-Undang Nomor 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, disebutkan bahwa: "Yang dimaksud dengan unit pengelolaan adalah kesatuan pengelolaan hutan terkecil sesuai fungsi pokok dan peruntukannya, yang dapat dikelola secara efisien dan lestari, antara lain kesatuan pengelolaan hutan lindung (KPHL), kesatuan pengelolaan hutan produksi (KPHP), kesatuan pengelolaan hutan konservasi (KPHK), kesatuan pengelolaan hutan kemasyarakatan (KPHKM), kesatuan pengelolaan hutan adat (KPHA), dan kesatuan pengelolaan daerah aliran sungai (KPDAS). Menurut Keputusan Menteri Kehutanan Nomor P.6 Tahun 2009, Kesatuan Pengelolaan Hutan Konservasi (KPHK) adalah kesatuan pengelolaan hutan yang luas wilayah seluruhnya atau didominasi oleh kawasan hutan konservasi.

Data KSDAE-KLHK tercatat dari 54 unit taman nasional, sampai tahun 2020 terdapat 39 unit yang dikelola dalam bentuk Kesatuan Pengelolaan Hutan Konservasi (KPHK) Taman Nasional (Ditjen KSDAE KLHK 2020). Pada tahun 2020, terdapat empat KPHK Taman Nasional di Sulawesi yaitu Taman Nasional Bunaken, Sulawesi Utara; Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara dan Gorontalo; Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, Sulawesi Selatan; Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, Sulawesi Tenggara. Kawasan Konservasi non taman nasional yang dikelola sebagai KPHK sampai tahun 2020 ada 110 KPHK, 16 unit di antaranya terdapat di Sulawesi yaitu :

1. Morowali (209.400 ha), Sulawesi Tengah
2. Nantu (31.215 ha), Gorontalo
3. Towuti (185.000 ha), Sulawesi Selatan
4. Morowali (216.908 ha), Sulawesi Tengah
5. Bakiriang (17.479 ha), Sulawesi Tengah
6. Pamona (35.125 ha), Sulawesi Tengah
7. Pangi Binangga (70.997 ha), Sulawesi Tengah
8. Gunung Tinombala (38.608 ha), Sulawesi Tengah
9. Gunung Dako (21.659 ha), Sulawesi Tengah
10. Lambusango (28.595 ha), Sulawesi Tenggara
11. Peropa (44.012 ha), Sulawesi Tenggara
12. Tangkoko (8.545 ha), Sulawesi Utara
13. Mangolo (4.567,31 ha), Sulawesi Tenggara
14. Buton Utara (91.025 ha), Sulawesi Tenggara
15. Mario (5.334 ha), Sulawesi Selatan
16. Ko'mara (10.196 ha), Sulawesi Selatan

5.4.2 Upaya Konservasi di Luar Kawasan Konservasi

Tekanan terhadap keanekaragaman hayati semakin hari semakintinggi, di sisi lain wilayah di luar kawasan konservasi sangat strategis sebagai sebuah sistem yang saling tekoneksi. Hal ini membuat tindakan konservasi berbasis kawasan lain di luar kawasan konservasi menjadi perhatian utama negara-negara di dunia. Mengacu pada indeks risiko konflik ketahanan pangan dan keanekaragaman hayati (Molotoks *et al.* 2017), Indonesia termasuk salah satu negara dengan risiko konflik tertinggi di dunia. Selain itu, tekanan besar untuk memenuhi kepentingan ketahanan pangan menyebabkan nilai *Indonesia Global Food Security Index* (GFSI) tergolong rendah. Pada Desember 2022, COP 15 *Convention on Biological Diversity* menyepakati Komitmen global *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*. Ada empat tujuan jangka panjang dalam 2050 *Vision for Biodiversity*, salah satunya adalah integritas, konektivitas, dan ketahanan semua ekosistem dipertahankan, ditingkatkan, atau dipulihkan dan secara substansial meningkatkan luas ekosistem alami pada tahun 2050. Konsekuensinya adalah setiap negara harus mengintegrasikan semua upaya konservasi tidak saja pada kawasan konservasi, namun juga di luar kawasan konservasi.

Tindakan konservasi berbasis kawasan lain di luar Kawasan Konservasi/*Other effective area-based conservation measures* (OECM) menurut United Nation Convention on *Biological Diversity* (2018) adalah: area geografi tertentu di luar kawasan konservasi yang ditata dan dikelola, memberikan dampak positif dan manfaat jangka panjang untuk konservasi insitu, berkaitan dengan fungsi dan jasa ekosistem, bersifat aplikatif, dan sejalan dengan nilai budaya, agama, sosio-ekonomi, dan nilai lokal lainnya. Salah satu ciri khas dari OECM adalah tujuan utama pengelolaannya tidak bertumpu pada tujuan konservasi sebagaimana pada kawasan konservasi, melainkan dapat dikelola untuk berbagai tujuan yang berbeda, namun harus efektif. Ada banyak manfaat dari implementasi dari tindakan konservasi berbasis kawasan lain di luar kawasan konservasi (OECM) di antaranya; a) melindungi ekosistem penting, habitat dan koridor satwa, b) mendukung pemulihan spesies terancam, c) meningkatkan resiliensi terhadap ancaman, d) mempertahankan dan menghubungkan sisa-sisa ekosistem hutan yang terfargmentasi pada lanskap yang dikembangkan (IUCN-WCPS Task Force on OECMs (2019).

Berdasarkan panduan yang dikembangkan oleh IUCN-WCPS (2019), ada beberapa wilayah yang dapat dikategorikan sebagai OECM, di antaranya adalah :

- area yang dikelola oleh masyarakat lokal atau lainnya yang memiliki tujuan konservasi;
- area yang dikonservasi secara mandiri dikelola dengan tujuan konservasi tertentu seperti area restorasi ekologi;
- area yang termasuk *Key Biodiversity Area*, area yang berdampingan dengan hutan yang dikelola dan memiliki nilai konservasi tinggi;
- area alamiah yang dikelola oleh perguruan tinggi atau lembaga penelitian;
- area yang dimanfaatkan oleh masyarakat asli/lokal, atau privat namun tetap mempertahankan ekosistem alamiah;
- sistem pengelolaan tradisional yang mempertahankan tingkat keanekaragaman hayati tinggi pada lahan pertanian atau hutan yang dikelola;
- taman di wilayah urban atau perkotaan yang cukup luas dan alamiah sehingga berfungsi sebagai konservasi in-situ keanekaragaman hayati;
- lahan basah dan sempadan sungai yang berfungsi sebagai konservasi in-situ keanekaragaman hayati;
- area perairan untuk perikanan yang tidak saja dimanfaatkan namun juga dilestarikan;
- area perburuan yang tidak saja dimanfaatkan secara lestari namun juga mempertahankan habitat, dan flora fauna alamiah;
- area terdegradasi yang berhasil direstorasi;
- area lain yang berkonstribusi terhadap konservasi keanekaragaman hayati secara luas dan jangka panjang karena perannya dan konektifitasnya dengan kawasan konservasi maupun area lainnya;
- area yang bernilai secara sosial budaya;
- area kedinasan militer yang memiliki manfaat konservasi keanekaragaman hayati dalam jangka panjang.

Di Indonesia, pengelolaan keanekaragaman hayati di luar kawasan konservasi dilakukan melalui penetapan Kawasan Ekosistem Esensial yang merupakan amanat Undang-Undang Nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya dan Undang-Undang Nomor 32/ 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kawasan Ekosistem Esensial adalah tipe ekosistem penting yang ditetapkan sebagai kawasan dilindungi dan dikelola berdasarkan prinsip-prinsip konservasi yang dianut dalam pengelolaan kawasan hutan konservasi. Mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 28/2011, kawasan ekosistem esensial adalah ekosistem karst, lahan basah (danau, sungai, rawa, payau, dan wilayah pasang surut yang tidak lebih dari enam meter), mangrove, dan gambut yang berada di luar kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam.

Ada beberapa tipologi kawasan esensial yang dikenal di Indonesia, yaitu ekosistem lahan basah (seperti mangrove) dan karst, koridor hidupan liar, areal bernilai konservasi tinggi (ABKT), dan taman kehati. Ekosistem lahan basah ditetapkan dengan kriteria: memiliki ekosistem yang unik, satwa dilindungi, burung air/migran, sumber air, dan jasa lingkungan. Koridor satwaliar memiliki kriteria; merupakan vegetasi penghubung, sebagai koridor satwaliar, dan ada potensi terjadi konflik satwa dengan manusia. Areal bernilai Konservasi tinggi memiliki kriteria; nilai keanekaragaman hayati tinggi, bentang alam dan ekosistem yang khas, jasa lingkungan, nilai sosial, budaya dan potensi karbon. Taman Kehati memiliki karakter adanya flora lokal atau endemik.

Wilayah KEE region Sulawesi memiliki tutupan lahan berupa hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, semak belukar, pertanian lahan kering campur semak, dan beberapa tipe tutupan lahan lainnya dalam cakupan yang lebih kecil (Tabel 5.4). Tipe ekosistemnya merupakan area dengan tipe ekosistem hutan pegunungan bawah, hutan batuan ultrabasa pegunungan bawah, hutan pamah (non dipterokarpa), hutan batu gamping pada bentang alam karst, hutan pamah pamah monsoon malar hijau, serta berbagai tipe ekosistem lainnya dalam cakupan yang lebih kecil.

Area dengan tingkat keanekaragaman hayati tinggi tersebar pada tipe lahan perbukitan struktural plutonik, pegunungan denudasional, perbukitan solusional karst, perbukitan struktur lipatan, dataran solusional karst, dan tipe ekosistem lainnya dalam cakupan yang lebih kecil. Daerah yang telah dinventarisasi dan diverifikasi dengan tingkat keanekaragaman hayati sedang terdapat pada areal dengan tutupan lahan berupa pertanian lahan kering campur semak, pertanian lahan kering dan beberapa tipe tutupan lahan lainnya dalam cakupan yang lebih kecil. Area ini merupakan area dengan ekosistem dan tipe vegetasi hutan batu gamping pamah pada bentang alam karst, vegetasi hutan batu gamping monsoon pamah pada bentang alam karst, vegetasi hutan pamah (non dipterokarpa) serta berbagai tipe ekosistem lainnya dalam cakupan yang lebih kecil. Area yang diinventarisasi dengan tingkat kehati tinggi tersebar pada berbagai tipe tutupan lahan berupa perbukitan solusional karst, dataran solusional karst berombak-bergelombang, perbukitan struktural lipatan, serta berbagai tipe ekosistem lainnya dalam cakupan yang lebih kecil. Fauna yang diidentifikasi pada area bernilai kehati tinggi merupakan area sebaran fauna penting yang spesiesnya hanya dapat ditemukan di region Sulawesi seperti rusa timor, babirusa, anoa, berbagai spesies burung paruh bengkok, maelo, burung langka khas Sulawesi serta berbagai flora langka yang habitatnya berasosiasi dengan habitat fauna penting di Sulawesi (Tabel 5.4).

Tabel 5.4 Jumlah dan luas kawasan konservasi laut di wilayah Sulawesi tahun 2020

No.	Nama KEE	Provinsi	Luas (Ha)
1	ABKT Kabupaten Tojo Una-Una	Sulawesi Tengah	126,00
2	Karst Kabupaten Banggai Kepulauan	Sulawesi Tengah	238.638,21
3	Karst Maros Pangkep	Sulawesi Selatan	13.223,41
4	Koridor Foobula	Sulawesi Tenggara	343,26
5	Koridor Tanjung Binerean	Sulawesi Utara	3.384,02
6	Mangrove Torosiaje	Gorontalo	1.278,96
7	Taman Kehati Kabupaten Muna	Sulawesi Tenggara	14,56
8	Taman Kehati Kokolomboi, Kab. Banggai Kepulauan	Sulawesi Tengah	10,15
9	Taman Kehati Kota Baubau	Sulawesi Tenggara	3,12
10	Taman Kehati Oheo Kab. Konawe Utara	Sulawesi Tenggara	13,59
11	Taman Kehati PT. Semen Tonasa	Sulawesi Selatan	31,64
12	Taman Kehati Universitas Manado	Sulawesi Utara	10
13	Taman Kehati Universitas Tadulako	Sulawesi Tengah	5,39

Sumber: Data dan Informasi Direktorat Bina Pengelolaan dan Pemulihan Ekosistem, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2023)

Koridor Hidupan Liar Tanjung Binerean, Sulawesi Utara

Koridor Tanjung Binerean terletak di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, berbentuk memanjang dari pinggir pantai sampai batas Taman Nasional Bogani Nani Wartabone (TNBNW) di pedalaman. Kawasan Tanjung Binerean merupakan area migrasi dan aktivitas satwa liar yang dilindungi, yaitu burung maleo (Macrocephalon maleo) dan tiga jenis penyu (hijau, lekang dan belimbing). Kelimpahan monyet hitam Sulawesi/Yaki wolai (Macaca nigra), satwa endemik Sulawesi dan yang status konservasinya mulai kritis, juga sangat tinggi di kawasan ini, yaitu 65,3% dari keseluruhan satwa yang ada di wilayah ini.

Untuk melestarikan KEE Tanjung Bineran sebagai koridor hidupan liar, dilakukan dua upaya utama, yaitu: a) mitigasi interaksi satwa, sosialisasi dan koordinasi pengelolaan, patroli area nesting ground, dan inisiasi penerbitan Peraturan desa tentang larangan untuk menebang pohon dan berburu satwa di Koridor Hidupan Liar Tanjung Binerean; dan b) identifikasi, inventarisasi, dan pemantauan jenis, penyelematan jenis baik di dalam habitat atau di luar habitat, penanaman/pengkayaantanaman lokal/langka/endemic, penelitian dan pengembangan potensi pemanfaatan berkelanjutan. Pengelolannya dilembagakan dalam bentuk Forum Kolaborasi Pengelolaan KEE Koridor Tanjung Binerean melalui SK Bupati No. 289 Tahun 2019, kemudian dilanjutkan dengan lahirnya Peraturan Daerah (Perda) No 2 Tahun 2021 tentang Penataan Kawasan Pengungsian Satwa Koridor di Tanjung Binerean.

Berdasarkan data Wildlife Conservation Society (WCS) Indonesia Program (IP) Sulawesi dari 2007 hingga 2019 sebanyak 1108 pasangan Maleo dewasa yang berkunjung di Tanjung Binerean – menetaskan 1005 telur – dan berhasil melepasliarkan 380 anak Maleo ke alam. Selain itu, upaya ini telah memberikan manfaat berdasarkan tujuan dari pembangunan koridor, salah satunya berupa peningkatan usaha ekonomi produktif masyarakat sekitar KEE melalui pemberian bantuan dan pelatihan usaha alternatif.
Referensi: (Malir et al. 2018; BPEE 2021; Rajak, 2022)

Salah satu upaya konservasi yang mengintegrasikan wilayah konservasi dengan wilayah lain di sekitarnya adalah Cagar Biosfer. Cagar Biosfer merupakan suatu kawasan yang terdiri atas ekosistem daratan dan pesisir/laut atau kombinasi lebih dari satu tipe ekosistem, yang secara internasional diakui keberadannya sebagai bagian dari program Man and Biosfer (MAB)-UNESCO untuk mempromosikan keseimbangan hubungan antara manusia dan alam. Ada empat penetapan Cagar Biosfer di wilayah Sulawesi Selatan hingga tahun 2022 (Tabel 5.5).

Tabel 5.5 Penetapan Cagar Biosfer hingga tahun 2022 di wilayah Sulawesi

No	Nama Cagar Biosfer	Luas Total (Ha)	Zonasi Cagar Biosfer (Ha)			Lokasi	Keterangan
			Area Inti	Zona Penyangga	Area Transisi		
1	Lore Lindu	2.182.992,18	TN Lore Lindu (217.991,18)	503.738,00	1.462.263,00	Kabupaten Poso, Parigi Moutongn, Sigi, Donggala dan Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah	Ditetapkan pada pertemuan MAB di Paris, 20-22 Januari 1972
2	Wakatobi	1.390.000	TN Wakatobi	839.732,00	495.700,00	Kabupaten Wakatobi	Ditetapkan pada sidang ICC MAB UNESCO ke 27 di Paris pada tanggal 29 Juni 2015
3	Togean Tojo Una Una	2.187.631,50	TN. Kep Togean dan CA Tanjung Api (368.463,70)	281.135,80	1.538.032,00	Kabupaten Tanjung Una Una, Provinsi Sulawesi Tengah	Dideklarasikan pada pertemuan ICC-MAB ke-31 di Paris Perancis, 29 Juni 2019
4	Bunaken Tangkoko Minahasa	746.405,92	TN. Bunaken, CA Gunung Lokon, KPHK Tangkoko, CA Dua Saudara, TWA Batu Putih, Tahura Gunung Tumpa (89.686.730)	182.539,91	474.169.285	Kabupaten Minahasa, Minahasa Selatan, Minahasa Utara, Kota Manado, Bitung dan Tomohon, Provinsi Sulawesi Utara	Ditetapkan dalam Sidang ICC MAB UNESCO ke 32 di… Paris, 28 Okt 2020

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2023).

5.5 TANTANGAN KE DEPAN

Ulasan mengenai pemenuhan ruang dari perkembangan populasi di setiap wilayah serta pemenuhan sumber daya alam mineral, merupakan hal yang banyak dilaporkan sebagai sumber dari terjadinya degradasi kualitas lingkungan. Kemajuan teknologi dan kebutuhan primer manusia dalam hal sandang, pangan, energi juga telah berakibat pada penurunan kualitas lingkungan hidup secara global yang dikenal sebagai Perubahan Iklim. Pada akhirnya ini memberikan tantangan tersendiri untuk masimng masing region.

5.5.1 Konservasi dan Aktifitas Antropogenik Perburuan Modern dan Perburuan Liar

Salah satu ancaman yang utama di Sulawesi adalah perburuan modern. Rusa merupakan satwa buruan favorit di Sulawesi, karena dagingnya yang lebih empuk dan enak dibanding daging mamalia besar lainnya yang menghuni pulau tersebut seperti anoa (*Bubalus spp*), ataupun babirusa (*Babyrousa babyrussa*) serta babi hutan Sulawesi (*Sus celebensis*) (Rejeki 2018). Sejak mulai reformasi nasional, sekitar tahun 1999-2000, masa tersebut berpengaruh di tingkat tapak dengan maraknya perburuan rusa yang dilakukan secara masal dan terbuka. Balai Besar KSDA Sulawesi Selatan pada tahun 2018, mencatat bahwa perburuan rusa secara tradisional terjadi pada areal yang sekarang masuk dalam wilayah Taman Buru/TB Komara, Kabupaten Takalar. Mayoritas pemburu datang dari 'kota' atau luar wilayah taman nasional secara berkelompok dengan menggunakan motor dan mobil membawa senjata paran. Pemburu masuk ke dalam habitat rusa dan memburu dalam jumlah yang sangat banyak. Perburuan dilakukan pada malam hari dengan masa tertinggi berlangsung sampai dengan 2004. Saat tersebut terdeteksi mulai turunnya populasi rusa secara sangat drastis di kawasan tersebut.

Perburuan tinggi pada kawanan rusa juga terjadi di bergaai wilayah yang teridentifikasi banyak rusa, saat itu, seperti di TN Rawa Aopa. Saat ini untuk memulihkan populasi rusa di kawasan taman nasional, pihak pengelola taman nasional melakukan pembiakan semi in-situ untuk program reintroduksi ke dalam kawasan (Rejeki observasi personal, 2016).

Dari wilayah Sulawesi Tenggara seperti di Mekongga, bagian barat laut provinsi ini, sampai dengan sekitar tahun 1995an menurut informasi dari pemburu di desa Latawe Kecamatan Wawo masih bisa dijumpai rusa, namun sekitar tahun 2016-an sudah sangat susah dijumpai rusa kecuali di Mekongga bagian utara yang hampir berbatasan dengan Sulawesi Selatan seperti desa Ponggi dan Larui. Di wilayah Asera, yaitu Sulawesi Tenggara bagian timur laut, untuk mendapatkan rusa, para pemburu yang biasanya merupakan kelompok pemuda di Kabupaten Konawe Utara, akan menempuh perjalanan panjang mendaki bagian wilayah pegunungan Tangkeleboke sampai ke Routa, kurang lebih satu minggu, yaitu wilayah padang rumput yang hampir berbatasan dengan Provinsi Sulawesi Selatan bagian tenggara (Rejeki. 2018).. Di Asera ini populasi rusa diduga relatif masih tinggi.. Beberapa informasi didapatkan bahwa wilayah Asera menjadi pemasok bagi unit-unit penangkaran rusa di provinsi ini. Habitat penting rusa lainnya di wilayah Sulawesi Tenggara yaitu SM Tanjung Amolengo, SM Tanjung Peropadan SM Tanjung Batikolo pada bagian tanjung yang berbatasan dengan kepulauan Buton.

Selain rusa, kelompok mamalia laut yang juga sering menjadi objek perburuan adalah dugong (*Dugong dugon*) atau biasa disebut *Diyo'h* oleh masyarakat setempat, paus sperma (*Physeter macrocephalus*), lumba-lumba spinner (*Stenella longirostris*), lumba-lumba hidung botol (*Tursiops truncatus*), paus pembunuh (*Orcinus orca*) dan beberapa spesies "blackfish" misal paus pilot sirip pendek (*Globicephala macrorhynchus*) untuk dikonsumsi. Dugong merupakan salah satu biota laut langka dan dilindungi melalui Peraturan

Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, serta Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 79 Tahun 2018 tentang Rencana Aksi Nasional Konservasi Mamalia Laut.

Aktifitas berburu mamalia laut merupakan bagian dari praktek budaya tradisional suku-suku di wilayah Sulawesi yang dilakukan secara tradisional dan berdasarkan kearifan lokal dengan mempertimbangkan alat dan cara berburu, spesies satwa buru, alat buru, dan wilayah buru, musim buru. Namun, sejalan perkembangan zaman, diperlukan mitigasi agar perburuan secara non-tradisional yang berpotensi mengancam kelestarian spesies tersebut tidak terjadi. Salah satu upaya konservasi dugong di Indonesia adalah melalui program *Dugong and Seagrass Conservation Project* (DSCP) yang dimulai sejak tahun 2016.

Ancaman dan Perburuan Mamalia Laut

Mamalia laut di Indonesia telah dilindungi penuh oleh undang-undang, namun tidak dapat dipungkiri bahwa masih banyak ancaman yang kita biarkan terjadi. Jika dikelompokkan ancaman terhadap mamalia laut di Indonesia dapat dikelompokkan menjadi ancaman tanpa keterlibatan manusia dan ancaman dengan keterlibatan manusia. Ancaman tanpa keterlibatan manusia terdiri atas bencana alam, penyakit dan predasi dari pemangsanya di kehidupan liar. Bencana alam seperti radiasi solar dari matahari, dan gempa bawah laut dapat mengganggu navigasi dari mamalia laut yang mengakibatkan kejadian terdampar. Penyakit dari virus, bakteri di perairan juga dapat berdampak pada mamalia laut yang memperbesar potensi *zoonosis* dari dan kepada manusia. Predasi secara alamiah juga tetap berlangsung sebagai konsekuensi menjadi entitas dalam rantai makan dan dimakan di alam bebas.

Ancaman dengan keterlibatan manusia sangatlah banyak. Dimulai dari perburuan untuk konsumsi langsung maupun perdagangan baik bagian maupun seutuhnya dari mamalia laut, sirkus, alih guna lahan di daerah pesisir, lalu lintas perkapalan, pertambangan, polusi perairan, hingga perubahan iklim yang menggawangi cuaca ekstrem. Wilayah Indonesia yang berupa kepulauan membuat tantangan tersendiri dalam sosialisasi perundangan perlindungan mamalia laut. Hingga detik ini masih banyak komunitas yang menggunakan mamalia laut untuk konsumsi langsung. Perdagangan taring duyung maupun gigi paus juga masih marak bahkan secara *online*. Pertunjukan sirkus terutama yang dilakukan dengan berkeliling sangat sangat membutuhkan penanganan segera. Alih guna lahan yang secara langsung mengubah habitat akan mempengaruhi keberlangsungan populasi mamalia laut. Lalu lintas perkapalan dan pertambangan yang tidak memperhatikan koridor habitat maupun area perlindungan dari mamalia laut sangat berpotensi untuk terjadinya tabrakan yang mengorbankan mamalia laut juga berkontribusi kepada kebisingan di perairan.
Polusi di perairan dapat dikelompokkan menjadi limbah padat dan kimia yang dapat mematikan. Limbah padat dan kimia dari ukuran nano, mikro dan makro dapat terakumulasi pada tubuh mamalia laut dan mengganggu kesehatannya. Limbah kimiawi pada perairan juga dapat menyebabkan eutrifikasi yang menyebabkan marak alga /HAB (*Harmful Algae Bloom*). Di banyak kasus keterdamparan mamalia laut ditemukan adanya akumulasi polutan di perairan.

5.5.2
Integrasi Konservasi dalam Penataan Ruang

Pada tahun 1960, Sulawesi dibagi menjadi dua provinsi yaitu Provinsi Sulawesi Selatan-Tenggara dan Provinsi Sulawesi Utara-Tengah, namun sejak tahun 1964 berkembang menjadi empat provinsi yaitu Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Pasca Gerakan reformasi tahun 1999 terjadi pemekaran wilayah pemerintahan seiring dengan diberlakukannya Undang-Undang tentang Pemerintahan Daerah yang dikenal juga dengan otonomi daerah atau desentralisasi. Pada tahun 2000 lahir Provinsi Gorontalo yang merupakan pemisahan dari Sulawesi Utara, dan pada tahun 2004 lahir Provinsi Sulawesi Barat yang merupakan pemekaran dari Provinsi Sulawesi Selatan.

Laju pertumbuhan penduduk di enam provinsi tersebut pada tahun 2021 berkisar antara 0,82 – 1,75 per tahun (BPS-Sulut 2022; BPS Gorontalo 2022; BPS Sulteng 2022; BPS Sulsel 2022; BPS Sulbar 2022; BPS Sultra 2022), diikuti dengan laju pembangunan wilayah yang pesat dalam dua dekade terakhir sebagai hasil dari otonomi daerah. Pembangunan infrastruktur dan pembangunan sectoral lainnya membutuhkan lahan sebagai ruang pembangunan yang sebagian besar tersedia dalam bentuk kawasan hutan (Gunawan 2014). Oleh karena itu, peningkatan pembangunan wilayah juga berdampak pada penurunan kawasan hutan.

Untuk dapat menggunakan kawasan hutan sebagai ruang pembangunan, maka perlu dilakukan revisi Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP). Sejak tahun 2008 hingga tahun 2020 seluruh provinsi di Sulawesi telah melakukan revisi RTRWP yang didalamnya melibatkan perubahan fungsi dan perubahan peruntukan (konversi) kawasan hutan. Hal ini tentu berdampak pada keanekaragaman hayati karena konversi hutan mengakibatkan *hilangnya habitat*, *pemisahan habitat dan penurunan kualitas habitat* yang mengancam kelestarian keanekaragaman hayati Sulawesi (Gunawan 2014). Tantangan konservasi keanekaragaman hayati di masa mendatang, adalah bagaimana mengintegrasikan prinsip konservasi ke dalam tata ruang, mengharomnisasikan kepentingan konservasi dengan pembangunan infrastruktur, mensinergikan konservasi dengan pengembangan ekonomi, dan menciptakan inovasi-inovasi baru dalam pengelolaan keanekaragaman hayati.

Indonesia menganut prinsip pembangunan berkelanjutan, yaitu pembangunan yang mampu memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang memenuhi kebutuhannya. Hal ini juga mengandung makna, bahwa sumber daya alam yang digunakan dalam pembangunan tetap lestari dari generasi ke generasi. Dengan demikian prinsip konservasi (perlindungan, pengawetan dan pemanfaatan secara lestari) harus terintegrasi atau terinternalisasi ke dalam kegiatan pembangunan. Integrasi atau internalisasi konservasi dalam pembangunan, sangat penting untuk dimulai dari tahapan perencanaan, khususnya Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Oleh karena itu, kegiatan pembangunan harus mengacu pada RTRW, dan di dalam RTRW telah jelas terbagi habis fungsi dan peruntukan setiap ruang lahan yang terbagi ke dalam dua bagian besar yaitu Kawasan Lindung dan Kawasan Budidaya.

Dalam penataan ruang untuk pembangunan atau ketika melakukan perubahan RTRW harus mengintegrasikan prinsip-prinsip konservasi yaitu perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman spesies, flora, fauna dan ekosistemnya, serta pemanfaatan secara lestari keanekaragaman spesies tumbuhan, satwa dan ekosistemnya. Oleh karena itu, dalam penyusunan atau revisi RTRW selalu dilakukan oleh Tim Terpadu yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang terdiri atas berbagai perwakilan lembaga sektoral (kementerian), pemerintah daerah, perguruan tinggi setempat, dan pemangku kepentingan terkait serta diketuai oleh lembaga penelitian independen.

5.5.3
Harmonisasi Konservasi dengan Pembangunan Infrastruktur

Kadangkala terjadi perbedaanan kepentingan antara konservasi keanekaragaman hayati dan kepentingan ekonomi yang tidak dapat dihindarkan. Hal ini apabila tidak diberi solusi dengan baik, maka dapat menimbulkan dampak negatif bagi salah satu atau keduanya, dan dapat mengakibatkan terjadinya guncangan yang menyebabkan

ketidak harmonisan ekosistem. Sebagai contoh pada kasus maraknya pembangunan tambak dengan mengkonversi hutan mangrove pada era desentralisasi yang diikuti dengan pemekaran wilayah (Gunawan 2015a,b). Padahal hutan mangrove di Sulawesi merupakan habitat berbagai spesies satwa langka seperti Anoa dataran rendah (*Bubalus depressicornis*), monyet digo (*Macaca ochreata*), rusa (*Rusa timrensis*), buaya (*Crocodylus porosus*), soa-soa (*Hydrosaurus amboinensis*), babi hutan Sulawesi (*Sus celebensis*) dan burung rangkong sulawesi (*Aceros cassidix*) (Gunawan 2002).

Konversi hutan dataran rendah menjadi berbagai penggunaan non kehutanan seperti lahan pertanian, perkebunan, permukiman dan jalan raya juga menyebabkan terjadinya kehilangan habitat (*habitat loss*) dan fragmentasi habitat (*habitat fragmentation*) (Gunawan 2014). Gunawan (2000) menemukan bahwa habitat tempat bertelur burung maleo telah banyak terfragmentasi oleh lahan pertanian dan permukiman sehingga tidak dapat lagi diakses oleh burung maleo yang mengakibatkan menurunnya populasi dan kepunahan lokal. Fragmentasi habitat oleh permukiman dan jalan juga telah memisahkan habitat anoa dataran rendah menjadi tiga kantong habitat pada kawasan suaka margasatwa (SM) yang berdekatan yaitu SM Tanjung Batikolo, SM. Tanjung Amolengo dan SM Tanjung Peropa.

Pembangunan yang harmonis dengan konservasi alam, harus menerapkan prinsip-prinsip konservasi dan berbagai inovasi untuk mitigasi dampak pembangunan terhadap lingkungan. Berbagai upaya tersebut antara lain dengan cara sesedikit mungkin memotong kawasan konservasi atau kawasan yang dilindungi; membuat koridor penyeberangan satwa di atas (*ecobridge*) atau di bawah jalan raya (*culvert*); membuat jalur hijau sebagai *buffer* atau koridor *barrier* di sepanjang tepi jalan raya, tepi irigasi, tepi rel, atau tepi Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) (Gunawan & Hadi, 2023).

Dalam implementasinya, setiap kegiatan pembangunan yang potensial menimbulkan dampak penting pada lingkungan, khususnya keanekaragaman hayati, harus didahului dengan kajian kelayakan lingkungan, baik berupa Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) maupun Upaya Kelola Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UKL-UPL) (Gunawan 2011; 2020).

5.5.4 Sinergi Konservasi dengan Pemulihan dan Pembangunan Ekonomi

a *Food Estate* dan Penggunaan Kawasan Hutan

Menghadapi kenyataan bahwa kepentingan konservasi akan selalu berhadapan dan bersinggungan dengan kepentingan ekonomi maka perlu dicari jalan kompromi yang sinergis, dalam arti saling menguatkan keduanya. Beberapa peraturan telah diterbitkan guna mengatur penggunaan kawasan hutan untuk berbagai keperluan ekonomi dan pembangunan, agar tidak menimbulkan dampak negative terhadap keanekaragaman hayati. Demikian pula skema kolaborasi atau kemitraan pengelolaan kawasan hutan konservasi telah diatur untuk mengakomodir kegiatan masyarakat yang menopang perekonomian mereka.

Pemulihan ekonomi pasca pandemi melalui perhutanan sosial di kawasan hutan juga telah diatur melalui peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Demikian juga untuk mendukung ketahanan pangan, telah diatur penggunaan kawasan hutan untuk pembangunan *food estate*. Beberapa peraturan yang mengatur agar kegiatan pembangunan di kawasan hutan atau penggunaan kawasan hutan untuk kegiatan pembangunan menjadi sinergi adalah:

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2010 tentang Penggunaan Kawasan Hutan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas PP No.24 Tahun 2010 tentang Penggunaan Kawasan Hutan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 104 Tahun 2015 Tentang Tata Cara Perubahan Peruntukan dan Fungsi Kawasan Hutan
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2012 tentang Pedoman Pinjam Pakai Kawasan Hutan.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 81 Tahun 2016 tentang Kerjasama Penggunaan dan Pemanfaatan Kawasan Hutan Untuk Mendukung Ketahanan Pangan

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.24/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2020 Tentang Penyediaan Kawasan Hutan Untuk Pembangunan Food Estate.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Perhutanan SosialPeraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2023 Tentang Pengelolaan Perhutanan Sosial Pada Kawasan Hutan Dengan Pengelolaan Khusus.

b Pemulihan Ekonomi dan Pengembangan Desa Wisata

Ketika pandemik Covid-19 melanda, salah satu sektor yang terdampak adalah sektor pariwisata dan ekonomi kreatif. Pemerintah melakukan program pemulihan sektor pariwisata sekaligus juga untuk mendukung pemulihan ekonomi nasional, antara lain melalui pengembangan 10 destinasi pariwisata prioritas dan 5 destinasi pariwisata super prioritas. Kesepuluh destinasi pariwisata prioritas adalah Wakatobi di Sulawesi Tenggara, Kepulauan Seribu di Jakarta, Bromo Tengger Semeru di Jawa Timur, Labuan Bajo di Nusa Tenggara Timur, Danau Toba di Sumatra Utara, Borobudur di Jawa Tengah, Tanjung Lesung di Banten, Pulau Morotai di Maluku Utara, Mandalika di Nusa Tenggara Barat, dan Tanjung Kelayang di Bangka Belitung. Selain itu, ada lima destinasi wisata super prioritas yaitu Borobudur, Danau Toba, Likupang, Mandalika, dan Labuan Bajo.

Empat destinasi wisata prioritas memiliki *center of interest* kawasan konservasi taman nasional yaitu TN Wakatobi di Sulawesi Tenggara, TN Kepulauan Seribu di Jakarta, TN Bromo Tengger Semeru di Jawa Timur, dan Labuan Bajo di Nusa Tenggara Timur dengan *center of interest* nya TN Komodo. Hal ini menunjukkan bahwa konservasi dapat sinergi dengan pembangunan ekonomi. Di Sulawesi juga tumbuh desa wisata di sekitar kawasan konservasi, misalnya di sekitar TN Bogani Nani Wartabone berkembang Desa wisata Tulabolo di Kecamatan Suwawa Timur, Ilomata di Kecamatan Bulango Ulu, serta Desa wisata Lonuo di Kecamatan Tilongkabila. Sementara di sekitar TN Bunaken berkembang desa wisata antara lain di Desa Tiwoho, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Popareng, Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan, desa Tambala, Poopoh dan desa Teling Kec. Tombariri, Kab. Minahasa.

Di sekitar TN Lore Lindu tumbuh desa-desa wisata antara lain Desa Karunia, Palolo, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah, Desa wisata adat Toro, Kecamatan Kulawi, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah, Desa Sedoa, Kecamatan Lore Utara, Kabupaten Poso dan di Desa Saluki, Kecamatan Gumbasa, Kabupaten Sigi. Di sekitar TN Bantimurung-Bulusaraung terdapat desa-desa wisata antara lain: Desa Tompo Bulu, kecamatan Balocci Kabupaten Pangkajene dan kepulauan, Kel. Kalabbirang, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros, Desa Bonto Masunggu di Kecamatan Tellu Limpoe, Kabupaten Bone, Desa wisata Leang-leang Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros, dan Desa Wisata Samangki, Kecamatan Simbang, Kabupaten Maros. Desa-desa wisata yang berkembang di sekitar TN Rawa Aopa Watumohai, Sulawesi Tenggara antara lain Desa Wisata Tatangge, Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan, Desa Leleka, Kecamatan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan (Sultra). Dan Desa Watu-Watu, Kecamatan Lantari Jaya, Kabupaten Bombana.

c Perkembangan Perkebunan Sawit dan Konservasi Keanekaragaman Hayati

Perkembangan komoditas pertanian dalam menunjang perekonomian juga menjadi tantangan dalam konservasi sumber daya hayati. Sulawesi merupakan wilayah penghasil kelapa dan kakao terbesar di Indonesia. Luas kedua tanaman perkebunan ini bervariasi di setiap provinsi, berkisar 43 - 276,8 ribu ha untuk kelapa, dan 14,1 – 276,1 ribu ha untuk kakao. Selain itu, salah satu tema besar pengembangan wilayah Sulawesi dari aspek industri komoditas adalah industri berbasis kakao, rotan, karet, rumput laut (KemenPUPR, 2017). Namun dalam beberapa tahun terakhir, sejalan dengan perkembangan perkebunan sawit di Indonesia, Sulawesi mulai menjadi wilayah baru pengembangan komoditas sawit. Provinsi Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah merupakan dua provinsi produsen sawit terbesar di Sulawesi. Analisis daya

saing komoditas sawit yang dikembangkan di Sulawesi Selatan menunjukkan nilai RCA yang kuat, sehingga tetap bertahan dalam 20 tahun terakhir walaupun berfluktuasi (Jusriani, 2020).

Perluasan perkebunan sawit di Sulawesi sesungguhnya tidak terlalu besar, yaitu pada tahun 2015 baru mencapai 0,37 juta ha atau hanya sekitar 3% dari keseluruhan luas kebun sawit nasional. Luas hutan Sulawesi tahun 1950 adalah 17 juta ha, dan dalam kurun waktu 1950-1985 luas akumulasi konversi hutan menjadi non hutan mencapai 7,2 juta ha. Sementara itu, kebun sawit baru mencapai 0,005 juta ha atau hanya sekitar 0,07% dari luas konversi tersebut. Dalam kurun waktu berikutnya, tahun 1985-2014, luas akumulasi konversi hutan menjadi non hutan di Sulawesi seluas 9,9 juta ha, atau hanya 3,5%.

Namun demikian, luas kebun sawit Sulawesi terus berkembang mengingat adanya dampak positif berupa peningkatan ekonomi yang dirasakan masyarakat. Di Sulawesi Barat, perkebunan kopi, lahan pertanian, dan tambak berganti menjadi kebun sawit (Anas *et al*, 2021). Kebun sawit sangat menguntungkan dengan pendapatan rata-rata Rp. 30.666.620 /ha/tahun. Namun demikkian kontribusi perkebunan sawit terhadap pendapatan petani sekitar 66 % atau kategori sedang (Astuti *et al*. 2020).

Salah satu tantangan dalam pengembangan perkebunan sawit di Sulawesi adalah mengantisipasi perluasan perkebunan sawit pada kawasan hutan dan mempertahankan nilai konservasi tinggi di areal perkebunan sawit. Deforestasi akibat pembukaan lahan untuk perkebunan sawit terindikasi terjadi di Sulawesi pada periode waktu tahun 2000 - 2021. Pada beberapa wilayah seperti Matarombeo, pengembangan perkebunan sawit menjadi tantangan utama dalam menyelamatkan keanekaragaman hayati wilayah karst unik se-Asia Tenggara tersebut. Di bagian utara, perkebunan kelapa sawit dan infrastruktur yang menyertainya berbatasan dengan karst Matarombeo, namun tidak ada jalan yang mengarah jauh ke kawasan karst. Hanya beberapa sungai besar seperti Lalindu dan Lasolo, serta jalan-jalan perkebunan kelapa sawit di sebelah utara. Pembangunan ekonomi tentunya tidak dapat dihindarkan, namun pengawetan dan pelestarian alam juga sangat penting untuk dilakukan. Oleh karena itu diperlukan upaya konservasi melalui penetapan wilayah karst Matarombeo tersebut menjadi kawasan konservasi atau area perlindungan lainnya. Penetapan kawasan karst Matarombeo dapat berupa taman nasional, taman geologis, atau cagar biosfer yang memiliki cakupan pengelolaan yang lebih kompleks.



Taman Nasional Taka Bonerate
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

6

INTERAKSI ALAM DAN MANUSIA

Manusia dan alam merupakan dua hal yang tidak terpisah. Keduanya memiliki hubungan yang erat, yaitu alam menyediakan segala kebutuhan seperti pangan, bahan obat-obatan, sumber energi, sumber budaya dan sumber lainnya. Sementara manusia, memanfaatkan sumber daya alam tersebut untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Namun demikian, cara pemanfaatan akan memainkan peran penting dalam menjaga keberlanjutan alam tersebut. Interaksi antara alam dan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung akan menimbulkan dampak positif dan negatif (Braito, 2022).

Dampak positif dari interaksi adalah adanya pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan. Hal ini memicu manusia dalam menciptakan teknologi yang mampu meningkatkan nilai sumber daya alam, seperti terciptanya domestikasi dan *ecosystems services*, baik itu pemanfaatan alamnya, tenaga matahari, air dan angin. Di sisi lain, seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, maka kebutuhan hidup semakin meningkat dan berimplikasi pada meluasnya pembangunan di berbagai sektor, di antaranya pembukaan kawasan hutan untuk permukiman, pertambangan, dan perkebunan. Di Lain pihak, kondisi ini dapat menyebabkan tekanan besar terhadap sumber daya alam baik hayati dan non hayati. Sebagai contoh, tentang pemanfaatan satwa liar oleh manusia dengan berbagai cara sehingga sering menyebabkan populasi alamnya terancam punah (Alikodra, 2010). Adanya polusi, *biodiversity loss*, eksploitasi berlebih terhadap sumber daya alam merupakan akibat dari aktivitas manusia (Braito, 2022). Selain itu, Dewi (2020) menjelaskan bahwa aktivitas deforestasi dan perburuan satwa liar berkorelasi positif dengan penyakit zoonosis pada manusia. Untuk itu penting memahami hubungan alam dan manusia, dan menganalisis dinamika interaksi manusia dan alam.

6.1 DINAMIKA INTERAKSI MANUSIA

Sejak ribuan tahun yang lalu, manusia telah menghuni wilayah Sulawesi (Mukhlis *et al.,* 1995). Penyebaran manusia modern (*Homo sapiens*) terjadi selama periode Pleistosen akhir. Penyebaran dimulai dari benua Afrika, pertama ke Eurasia dan kemudian lebih jauh melintasi laut lepas ke wilayah pulau tropis dan subtropis di Asia Tenggara, yang dikenal sebagai wilayah Wallacea (Ono *et al.,* 2023). Penelitian prasejarah di Sulawesi telah menunjukkan bahwa manusia purba menghuni pulau tersebut pada zaman Pleistosen, yaitu sejak alat paleolitik ditemukan, seperti fosil tulang vertebrata asal Asia. Situs yang ditemukan ini terletak di bagian selatan pulau dekat Tjabenge dan dibatasi oleh Sungai Waianae (Sulawesi Selatan) di satu sisi dan depresi Great Sinkang di sisi lain. Berdasarkan penelitian, Sulawesi kemungkinan tidak pernah terhubung dengan Jawa dan Kalimantan karena pulau-pulau itu dipisahkan oleh Selat Makassar yang dalam dan Laut Flores (van Heekeren, 1969). Pada zaman purba, penduduk yang mendiami wilayah tersebut merupakan campuran berbagai ras, seperti ras Austro Melanosoid yang datang melalui arah Selatan. Ras ini merupakan hasil migrasi dari Jawa yang datang melalui arah Timur yaitu dariPapua. Ras lainnya yang mendiami Sulawesi adalah ras Paleo Mongoid. Mereka bermigrasi dari Kepulauan Sangir yang datang melalui arah utara (Mukhlis *et al.,* 1995).

Sulawesi merupakan pulau yang paling intensif dieksplorasi dari perspektif arkeologi di daerah Wallacea, dan, di luar Jawa. Akan tetapi, kemajuan penelitian di Sulawesi cenderung lambat dan sporadik (Brumm *et al.,* 2021). Di Sulawesi, bukti arkeologi paling awal berasal dari Depresi Walanae di semenanjung barat daya pulau itu. Temuan ini terdiri dari alat-alat batu yang digali dari endapan berlapis-lapis di situs terbuka (Talepu), Brumm *et al.* (2021) menjelaskan adanya kesenjangan besar tentang sejarah awal *Homo sapiens* di Wallacea. Pada 70–60 ribu tahun yang lalu (ka), manusia modern tampaknya telah memasuki zona biogeografis yang berbeda antara benua Asia dan Australia. Dari hasil penggalian Talepu saat ini dapat disimpulkan bahwa awal mula penduduk Sulawesi terjadi setidaknya 118 ribu tahun yang lalu (ka) (van den Bergh, 2016).

Penduduk zaman purba wilayah Sulawesi yang merupakan campuran antar ras Austro Melanesoid ras Paleo Mongoloid dan menganut kebudayaan *Mesolithikum* atau Zaman Batu Tengah (Mukhlis *et al.,* 1995). Berawal dari hubungan penaklukan, kedua ras ini selanjutnya saling berasimilasi yang kemudian membentuk masyarakat Toala. Orang Toala hidup dalam kelompok-kelompok kecil di muara-muara sungai dekat pantai dan tinggal di semacam perkampungan yang terdiri atas ceruk-ceruk yang menempel pada bukit karang yang besar. Selain itu, gua-gua juga menjadi pilihan tinggal bagi orang Toala karena pertimbangan keamanan budaya, hujan dan panas, serta gangguan binatang buas. Sebagai mata pencaharian, orang Toala berburu binatang, meramu tumbuhan dan akar-akaran, menangkap ikan, kerang di laut. Selain itu, orang Toala juga gemar menghiasi tempat tinggal mereka, yaitu dinding gua dan karang, dengan gambar tangan dan binatang. Penyebaran manusia yang datang dari utara, timur dan selatan ke Sulawesi terjadi ketika manusia belum mengenal keahlian bercocok tanam. Temuan-temuan yang bercirikan budaya *Mesolithikum* dari orang Toala di antaranya adalah alat-alat terbuat dari tulang dan flakes yang menjadi ujung-ujung panah dengan ciri sisi-sisinya yang bergerigi (Mukhlis *et al.,* 1995).

Periode selanjutnya di wilayah Sulawesi adalah masuknya suku bangsa *Austronesia* ke wilayah ini secara bergelombang. Awalnya, suku bangsa *Austronesia* menduduki wilayah lembah sungai wilayah Yunnan Tiongkok Selatan, kemudian menyebar ke Semenanjung Malaka, Sumatra, serta sebagian menuju Jawa. Mereka masuk ke wilayah Sulawesi melalui jalur laut dengan menggunakan perahu layar. Nampaknya saat itu, mereka telah mengembangkan kemampuan terkait pelayaran sehingga mampu mengarungi lautan dengan jarak yang sangat jauh. Kedatangan bangsa *Austronesia* menyebabkan terusirnya masyarakat Toala yang telah lebih dahulu mendiami wilayah Sulawesi. Sebagian bangsa Toala memilih mengungsi dan pergi ke wilayah pegunungan. Sementara itu, sebagian orang Toala yang tidak melarikan diri memilih berasimilasi dengan pendatang baru. Hubungan

asimilasi ini akhirnya membentuk masyarakat yang menetap di pesisir pantai dan memanfaatkan hasil laut sebagai mata pencaharian mereka (Mukhlis *et al.,* 1995).

Pulau-pulau terpencil di Wallacea utara seperti Kepulauan Talaud dan Maluku juga memiliki keanekaragaman fauna mamalia yang terbatas selama Pleistosen Akhir, dan tidak ada mamalia berukuran besar dan sedang kecuali beberapa marsupial yang hidup di pulau-pulau ini. Namun, catatan arkeologi menunjukkan eksploitasi kerang secara intensif di pulau-pulau ini tetapi tidak ada atau sangat sedikit ikan yang tersisa dan sejauh ini tidak ada kail ikan. Ketiadaan kail ikan berbentuk J atau bentuk lain di sepanjang rute utara, termasuk Sulawesi, mungkin disebabkan oleh terbatasnya jumlah situs Pleistosen yang digali sejauh ini di wilayah tersebut. Misalnya, belum ada situs Pleistosen dengan sejumlah besar sisa ikan yang dilaporkan dari Sulawesi, pulau terbesar di Wallacea. Sementara Sulawesi memiliki keanekaragaman hewan darat tertinggi, termasuk Anoa dan Babirusa, pantainya sebagian besar ditutupi oleh hutan bakau di masa lalu dan lingkungan pesisir hutan yang lebat mungkin telah menghalangi akses ke pantainya untuk kegiatan penangkapan ikan selama Pleistosen Akhir. Kemungkinan seperti itu ditunjukkan oleh jumlah yang lebih besar dari tulang hewan darat dan sisa-sisa kerang air tawar atau bakau dari situs Pleistosen Akhir di Sulawesi, termasuk Goa Topogaro (Ono *et al.,* 2023).

6.1.1. Kegiatan Pertanian Masyarakat

Sulawesi merupakan salah satu lumbung padi bagi nusantara (Mansyur *et al.,* 2021). Berdasarkan data BPS, Sulawesi Selatan termasuk dalam lima besar provinsi dengan produksi padi terbesar di Indonesia pada tahun 2022. Pada tahun tersebut luas panen padi mencapai sekitar 1,04 juta hae dengan produksi sebesar 5,36 juta ton Gabah Kering Giling (GKG). Jika dikonversikan menjadi beras, maka produksi beras pada 2022 mencapai 3,08 juta ton (BPS, 2023f). Peningkatan produksi padi yang cukup besar pada 2022 terjadi di beberapa wilayah penghasil padi, seperti Kabupaten Wajo dan Kabupaten Bone (BPS, 2023f). Kepulauan Indonesia, dan lebih luas lagi Island Southeast Asia (ISEA), merupakan salah satu wilayah utama budidaya dan konsumsi beras, dengan populasi lebih dari 267 juta orang. Kapan tepatnya kegiatan pertanian masuk ke Indonesia ternyata dapat dilihat dari penemuan beras dari Minanga Sipakko. Hal tersebut juga sekaligus menjelaskan periode kegiatan pertanian masuk ke Sulawesi.

a Sejarah Pertanian

Keahlian bercocok tanam kemungkinan besar diperoleh dari orang *Austronesia* yang masuk ke Sulawesi. Setelah tahun 2000 SM suku bangsa *Austronesia* yang mula-mula mendiami lembah sungai di daerah Yunan Tiongkok Selatan bergerak menyebar, hingga ke Semenanjung Malaka, Sumatra dan pulau-pulau di bagian baratnya, dan sebagian menduduki pulau Jawa. Dengan kemampuan berlayar, orang *Austronesia* masuk ke Sulawesi secara bergelombang. Hal ini mengakibatkan orang Toala melarikan diri ke daerah pegunungan, ada juga yang menetap di pantai atau berasimilasi dengan pendatang. Orang *Austronesia* sudah mempunyai kemampuan bercocok tanam di ladang yaitu dengan memotong dan membakar hutan. Tanah digarap dengan menanam keladi dan ubi jalar. Penduduk Sulawesi lama baru menerapkan sistem irigasi dan sistem peladangan tetap untuk menanam padi (Mukhlis *et al.,* 1995).

Hingga saat ini hanya sedikit sekali ditemukan sisa-sisa beras purba (Deng *et al*, 2020). Untuk menjawab pertanyaan kunci kapan pertanian padi pertama kali muncul di Indonesia, Deng *et al*. (2020) meneliti lapisan-lapisan awal yang mengandung gerabah di situs Minanga Sipakko yang berbatasan langsung dengan Sungai Karama di Provinsi Sulawesi Barat. Situs ini ditemukan pada tahun 1949, penggalian dilakukan beberapa kali dari tahun 1994 hingga 2007, terutama pada tahun 2004–2005. Bukti beras ditemukan di seluruh urutan pengambilan sampel, tetapi konsentrasi tertinggi berada di zona terendah dengan tembikar slip merah tertua. Di zona terendah dan paling awal ini, phytolith yang paling melimpah diidentifikasi sebagai beras ditambah rumput lain, serta proporsi palem yang relatif rendah. Temuan dari Minanga Sipakko merupakan bukti penanggalan pertanian padi tertua di Indonesia,.Dalam hal ini terjadi bersamaan dengan struktur bantalan tembikar

pertama dan tertanggal paling awal 3.562–3.400 ybp (*years before presents*) (Deng *et al.,* 2020). Secara khusus, tembikar Minanga Sipakko awal telah menunjukkan kemiripannya yang paling dekat dengan bentuk dan desain bejana dari kumpulan tembikar slip merah awal Filipina dan Taiwan (Anggraeni *et al.,* 2014). Secara umum, penyebaran struktur bantalan tembikar ini sebagian besar sesuai dengan distribusi geografis modern populasi penutur bahasa *Austronesia* di Taiwan, Filipina, Indonesia bagian timur, dan pinggiran barat Remote Oceania (Deng *et al.,* 2020).

Deng *et al*. (2020) juga membuat hipotesis yang merujuk bahwa Taiwan sebagai sumber petani padi berbahasa *Austronesia* sebelum 4.000 ybp, dan kemudian beberapa keturunan mereka bermigrasi melalui laut menuju kepulauan Asia Tenggara untuk mencari lahan baru. Para migran ini pun meluas ke wilayah baru di lebih dari sepertiga permukaan bumi, menempati tempat-tempat dari Madagaskar hingga Easter Island menyebar kepulauan Asia Tenggara setelah 4.500–4.000 ybp, dan menjadi kelompok penduduk mayoritas kepulauan Asia Tenggara pada 3.000 ybp. Sebagai kelompok yang berasal dari Taiwan, penutur bahasa *Austronesia* tiba di Sulawesi dengan membawa budaya tanah airnya, yang meliputi hewan peliharaan, budidaya tumbuhan, teknologi canggih untuk membuat artefak batu, dan berbagai kerajinan dekoratif. Migrasi kelompok budaya ini dikaitkan dengan penyebaran pengetahuan baru dan menandai revolusi budaya prasejarah.

Penutur bahasa *Austronesia* yang datang ke Sulawesi tinggal di daerah yang dekat dengan sungai, dan puncak bukit di lembah, sementara sebagian lainnya tinggal di gua dan tempat perlindungan batu (Hasanuddin *et al.,* 2022). Para penutur bahasa *Austronesia* ini mendiami kawasan Mallawa, sesuai dengan tinggalan arkeologis yang ditemukan di gua-gua dan tempat perlindungan batu serta situs terbuka (Hasanuddin *et al.,* 2020). Di Mallawa, kelompok *Austronesia* awal secara bersamaan menempati Liang Uttange sekitar 3600–3200 BP (Hasanuddin *et al.,* 2020). Ada sepuluh situs yang teridentifikasi di Mallawa yang mengandung tinggalan budaya Neolitikum, yang merupakan ciri khas penutur bahasa *Austronesia*, yang meliputi enam situs tertutup (liang) di geomorfologi karst dan empat situs terbuka di daerah perbukitan. Keenam lokasi yang ditutup tersebut adalah Liang Siterrue, Liang Tete Hatue, Liang Uttange 1, Liang Cenra-Cenranae, Liang Panninge, dan Liang Tau Kahue. Keempat situs yang terbuka adalah Bulu Bakung, Tana Ugi, Bulu Uttange, dan Taccorong (Hasanuddin *et al.,* 2022).

Di sisi lain, masyarakat Bugis juga terkenal dengan tradisi pertanian yang kuat, yang dalam berdiaspora membawa serta pengetahuan pertaniannya ke wilayah baru mereka. Tradisi ini dibuktikan dengan sisa-sisa phytolith dan carbon-date charcoal dari ekskavasi arkeologis di Wajo. Diyakini bahwa masyarakat Bugis memulai penanaman padi secara intensif pada periode 1400 BC. Macknight (1983) menyimpulkan bahwa abad ke-13 sampai dengan abad ke-15 merupakan periode perkembangan pertanian di masyarakat masyarakat Sulawesi Selatan.

Seiring perkembangan pertanian padi pada masyarakat Bugis, berkembang pula ritual pertanian yang koheren dengan perkembangan konsep keagamaan masyarakat Bugis. Hal ini dimanifestasikan dengan ritual pertanian yang tidak boleh diabaikan oleh masyarakat Bugis, karena pengabaian ritual bermakna sebagai 'pembangkangan' terhadap Tuhan dan bisa menyebabkan tidak suburnya tanaman padi mereka. Beberapa ritual pertanian terkait padi pada masyarakat Bugis adalah mappalili, macceratana, makkabekka, maddojabine, dan mappadendang. Lebih lanjut, La Galigo dan Sukona Wajo, dua buah teks lontar terkait kebudayaan masyarakat Bugis sejak abad ke-17, menjelaskan perbedaan karakter tradisi pertanian padi yang dimulai dengan pertanian padi ladang atau dry land rice farming dengan pertanian padi sawah atau *wet land rice farming*. Hal ini merepresentasikan kondisi lanskap dan pertanian wilayah ini pada sekitar periode setelah abad ke-17 (Mansyur *et al.,* 2021).

Memasuki periode masuknya bangsa asing ke nusantara pada abad ke 16, beras menjadi catatan penting yang menghiasi laporan-laporan perjalanan mereka. Henley (2004) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa berdasarkan hasil penemuan para arkelog, beras telah menjadi komoditas utama yang berkembang sejak ribuan tahun lalu di Sulawesi, terutama di wilayah semenanjung Barat Daya yang padat penduduknya. Namun demikian, yam, ubi, sagu, jawawut dan pisang adalah beberapa komoditas penting dalam pemenuhan pangan masyarakat saat itu. Pendapat ini diperkuat oleh bukti ulasan Rumphius, seorang botanis abad ke-17, yang menjelaskan bahwa perkebunan ubi dimulai di Sulawesi dan Buton, yang kemudian meluas ke Maluku, Ambon dan Banda. Sebuah laporan perjalanan Portugis pada tahun 1561 menuliskan pisang, kelapa dan yam sebagai tanaman utama di Sulawesi, namun saat itu definisi Sulawesi merujuk pada wilayah sekitar Sulawesi Utara sampai Mindanao (Henley, 2004).

Tulisan lain dari seorang pengelana Portugis saat mengunjungi pelabuhan Malaka di abad ke-16 menjelaskan bahwa beras yang dijual di pelabuhan itu didatangkan dari Celebes/Sulawesi, memperkuat fakta bahwa beras adalah komoditas utama masyarakat saat itu. Beberapa arsip lain juga menjelaskan bahwa pada era 1540-an, di wilayah Tobungku, Sulawesi Tengah, telah terdapat persawahan yang luas. Lebih lanjut, laporan seorang Jesuit di tahun 1580 an, di wilayah Pulau Sangir juga telah terdapat persawahan yang produktif. Demikian pula di Manado dan Minahasa, di abad ke-17, beras telah menjadi komoditas penting baik untuk komersial maupun ritual. Dari bukti-bukti tertulis periode abad ke-16 dan ke-17, maka dapat disimpulkan bahwa seiring semakin pentingnya posisi beras, komoditas lainpun tetap berkembang sebagai pemenuhan kebutuhan masyarakat Sulawesi saat itu (Henley, 2004).

Salah satu perkembangan pertanian pada masyarakat Bugis adalah Ajatappareng, sebuah persekutuan lima kerajaan di wilayah barat sekitar Danau Tempe pada wilayah kabupaten Pinrang dan kabupaten Sirenreng Rappang. Persekutuan ini terbentuk pada abad ke-18, yang saat itu kelima kerajaan ini merupakan wilayah penghasil beras, yaitu kerajaan Sawitto, Suppa, Sidenreng, Alitta, dan Rappang. Lebih lanjut, kerajaan Suppa adalah salah satu bandar niaga yang cukup maju di abad ke-16, saat Malaka telah dikuasai oleh Portugis, berperan sebagai tempat transaksi komoditas beras saat itu. Sejarah mencatat bahwa kerajaan Gowa sempat melakukan menaklukkan wilayah Suppa, Sawitto dan Sidenreng pada abad ke-16 dengan tujuan menguasai lumbung beras dari wilayah ini. Kejayaan Ajatappareng sebagai penghasil beras terus berlangsung hingga abad ke-19. Seorang Gubernur Celebes di tahun 1892 melaporkan dalam catatan selama kepemimpinannya bahwa surplus beras di wilayah Ajatappareng telah menjadi andalan pemenuhan kebutuhan beras untuk wilayah Hindia Belanda lainnya di Sulawesi. Aktivitas pertanian padi di wilayah ini juga membentuk sistem budaya pertanian dalam bentuk siklus dalam pengolahan sawah yang ditandai dengan ritual-ritual tertentu secara teratur (Somba *et al.,* 2019).

Memasuki abad ke-20, Sulawesi dinilai oleh kolonial Belanda akan mampu menjadi lumbung padi layaknya Jawa karena ketersediaan lahan yang luas dan subur namun belum tergarap untuk pertanian, khususnya di wilayah Masamba dan Malili. Seorang geologis Belanda berpendapat bahwa yang harus dilakukan pemerintah untuk mewujudkan lumbung padi di Sulawesi adalah pembangunan irigasi seperti yang dilakukan di Jawa. Belanda selanjutnya mewujudkan hal ini dengan membangun dam dan saluran irigasi terutama di wilayah Malili dan Masamba pada periode 1930-an sampai 1940-an. Saluran irigasi ini dibangun untuk membantu masyarakat Bugis yang tinggal di wilayah ini (Ruf, 2002).

Kegiatan pertanian di Sulawesi meningkat secara tidak langsung oleh karena adanya program transmigrasi. Memasuki tahun 1905, pemerintah Belanda mulai menerapkan program transmigrasi dari Jawa ke wilayah lainnya di Hindia Belanda. Awalnya, tujuan utama wilayah transmigrasi adalah Lampung. Namun demikian di tahun 1930-an, Sulawesi juga menjadi salah satu wilayah yang menerima transmigrasi dari Jawa, dengan area penempatan adalah di wilayah Malili dan Masamba (Setiawan, 1994). Salah satu masyarakat yang bermigrasi ke Sulawesi berasal dari Bali. Kebijakan program transmigrasi dilanjutkan setelah kemerdekaan dengan mendatangkan sebagian besar keluarga petani Jawa dan Bali di pulau-pulau yang kaya akan sumber daya dengan kepadatan penduduk yang relatif rendah, seperti Sumatra, Kalimantan dan Sulawesi (Roth, 2011). Ribuan keluarga petani dari Jawa dan Bali dimukimkan kembali di Luwu sejak akhir 1960-an. (Roth, 2011).

Di Sulawesi Utara, salah satu sektor yang memiliki peranan besar terhadap perekonomian adalah sektor pertanian. Sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan menyumbang sebesar 20,90% dari total PDRB Sulawesi Utara pada tahun 2022 (BPS, 2022). Kota yang memiliki angka produktivitas padi tertimbang tertinggi di antara produktivitas padi kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Utara, adalah Tomohon yakni sebesar 52,33 kuintal per ha. Di Sulawesi Barat, Kabupaten Polewali Mandar merupakan kabupaten dengan produksi beras tertinggi yaitu sebesar 56,99% pada tahun 2022. Menurut data BPS (2023), beberapa tahun terakhir produksi tanaman pangan Provinsi Sulawesi Barat cenderung fluktuatif. Produksi beras khususnya, jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya produksi beras pada tahun 2022 mengalami peningkatan sebesar 17,23 % dari 311.072,46 ton menjadi 364.683,16 ton (BPS, 2023).

Di Sulawesi Tengah, Kabupaten Parigi Moutong merupakan kabupaten penghasil beras dan kakao terbesar. Berdasarkan catatan BPS (2022) di tahun 2022 Kabupaten Parigi Moutong menghasilkan 245. 039,66 ton beras dari luas panen 51.599,36 ha. Dengan luasnya lahan, baik sawah maupun lahan kering yang cukup, Kabupaten Parigi Moutong Sulawesi Tengah merupakan salah satu wilayah yang tergolong berpotensi

untuk mendukung program-program strategi pemerintah pusat dan provinsi seperti pencapaian swasembada beras berkelanjutan, pengembangan perkebunan dan tanaman hortikultura (Syafrudin, 2016). Untuk itu, dikembangkan cara-cara untuk meningkatkan produktivitas padi, seperti penggunaan benih unggul dan bermutu, karena. Penggunaan benih unggul dan bermutu masih rendah yaitu berkisar 38% dari total lahan yang ada. (Syafrudin, 2016). Selain itu diperkenalkan dan digerakkan sistem tanam benih langsung (tabela) yang dipusatkan di Kabupaten Poso dan Donggala Propinsi Sulawesi Tengah. Dibandingkan dengan sistem tanam konvensional (tanam pindah), teknologi ini dapat meningkatkan produktivitas antara 5-10% dan menghemat waktu panen 7 hingga 12 hari per musim tanam (Syafrudin, 2016).

Selain beras, kopi menjadi komoditas andalan di Sulawesi pada abad ke-18 dan ke-19, dengan pusat perkebunannya di wilayah Gowa, Bantaeng dan Selayar. Sementara itu, di wilayah Sulawesi Utara perkebunan kopi dikembangkan di wilayah Rembokan dan Minahasa, Bolang, Mangondow, dan Mondayag pada sekitar 1796-1825. Untuk memulai menanam kopi, masyarakat membuka hutan yang dianggap cocok untuk kopi kemudian menanam jagung. Setelah panen jagung, baru mereka menanam pohon kopi. Tahun berikutnya, sambil membersihkan tanaman kopi dari gulma, mereka kembali menabur benih jagung di antara pohon kopi. Beberapa bulan kemudian, mereka akan datang lagi untuk memanen jagung sambil merawat kebun kopi mereka. (Mukhlis *et al.,* 1995). Begitu menguntungkannya perkebunan kopi saat itu membuat penguasa setempat (raja, karaeng, aru dan lainnya) ikut membuka perkebunan kopi di wilayah mereka, seperti di Maros, Sinjai, Bone, Toraja, Mandar, Makassar, dan lainnya. Memasuki tahun 1859, produksi kopi di Makassar sendiri mencapai puncaknya yaitu 42.000 *picoel* dengan harga mencapai f.25-f.30 per*picoel* (ANRI, 1860).

Selain kopi, beberapa komoditas yang juga diusahakan pada era kolonial Belanda adalah tebu. Namun demikian, tanaman ini nampaknya kurang berkembang baik di Sulawesi. Penanaman tebu pada era ini hanya dilakukan di wilayah Takalar, Maros, dan Tangkajene, yang keberadaannya diikuti dengan pembukaan tiga pabrik gula di Makassar, yaitu Makassar suiker. Selain itu, pemerintah Belanda juga mendorong masyarakat untuk menanam kapas, sayangnya kurang mendapatkan perhatian dari masyarakat. Sejarah mencatat bahwa perkebunan kapas di Sulawesi hanya terdapat pada wilayah Selayar dan Turatea. Seperti halnya kapas, kelapa juga menjadi komoditas yang dianjurkan pemerintah Belanda untuk diekspor. Akan tetapi tidak mendapatkan sambutan yang hangat mengingat tanaman ini adalah tanaman yang memang sudah banyak tumbuh di Sulawesi khususnya di wilayah pesisir pantai, terutama di wilayah kepulauan Selayar, Sangir-Talaud, dan Sinjay (Mukhlis *et al.,* 1995).

Kakao

Kakao mulai diperkenalkan oleh orang-orang Spanyol ke Indonesia pada tahun 1560 di Minahasa, Sulawesi Utara. Pada tahun 1825-1838, Indonesia telah mengekspor sebanyak 92 ton kakao dari Pelabuhan Manado ke Manila. Nilai ekspor itu dikabarkan menurun karena adanya serangan hama pada tanaman kakao. Namun pada tahun 1919, Indonesia masih mampu mengekspor 30 ton kakao, tetapi pada tahun 1928 ekspor itu akhirnya terhenti. Pada tahun 1859 sudah terdapat 10.000-12.000 tanaman kakao di Ambon dan menghasilkan 11,6 ton kakao. Namun, tanaman itu hilang tanpa informasi lebih lanjut (Wahyudi et al., 2008). Namun demikian, geliat penanaman coklat kembali bangkit di era 1960-an. Hal ini diikuti dengan panen melimpah coklat di era 1970-an yang terus bertahan sampai dengan era 1990-an. Menurut data dari Kementerian Pertanian, Indonesia menjadi penghasil coklat ke-29 dunia pada era 1970-an dan meningkat menjadi peringkat ke-16 pada era 1990-an. Hal ini terjadi respon positif masyarakat dan dukungan penuh berbagai lembaga penelitian perkebunan milik pemerintah. Saat ini pemerintah menetapkan empat provinsi di Sulawesi sebagai produsen utama dari komoditas kakao, yaitu Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Barat. Keputusan ini diambil pemerintah mengingat masyarakat Sulawesi pada wilayah ini telah lama mengenal dana menanam kakao dan selalu berhasil memproduksi kakao dengan jumlah melimpah (Hulu Hilir Kakao, 2019)

b Kearifan Lokal tentang Pertanian

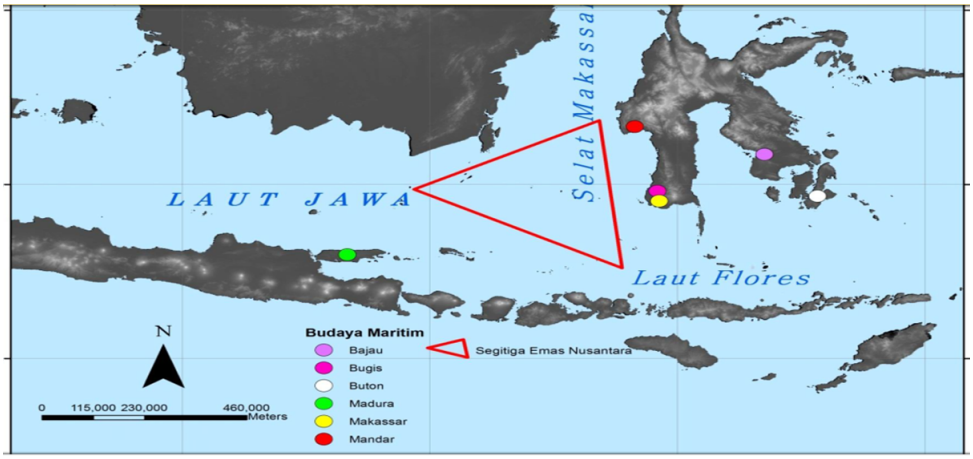
Masyarakat Moronene di Kecamatan Kabaena Timur, Bonbana, Sulawesi Tenggara dalam kegiatan pembukaan lahan baru peranan tetua adat sangat besar. Hal ini diduga karena tua adat merupakan tokoh yang dapat memberi keberhasilan terhadap usaha yang dilakukan, disamping itu untuk mencegah terjadinya persengketaan kepemilikan lahan di kemudian hari. Penanaman padi dapat dilakukan dua kali dalam setahun, namun umumnya dilakukan hanya sekali yaitu pada musim "barat" atau musim hujan dan hanya selama dua tahun. Pemotongan padi pertama kali dilakukan oleh tetua adat, dan sebelum pemotongan padi dilakukan upacara "mongkotu kinae kara". Padi yang pertama dipotong disebut "kinani belai" atau padi raja dengan ciri-ciri perawakan tanamannya lebih tinggi dari padi lainnya, buahnya yang lebat dan berisiserta berbatang besar. Padi raja ini yang nantinya akan dijadikan bibit pada penanaman berikutnya.Tujuan upacara ini adalah agar selama pemanenan padi baik tanaman padi maupun petaninya tidak mengalami musibah. Sebelum hasil panen padi disimpan di lumbung "kampiri" yang terletak di sekitar rumah, terlebih dahulu disimpan di rumah kebun "kaica uma". Setelah selesai panen dilaksanakan pesta "mongka kinae" yaitu pesta makan padi baru bersama seluruh masyarakat setempat. (Rahayu & Rugayah 2009).

Kabupaten Bone termasuk wilayah di Sulawesi yang memiliki produksi beras tertinggi pada tahun 2022 (BPS, 2022). Dalam pelaksanaan kegiatan pertanian oleh masyarakat Bugis di Bone tidak terlepas dari sistem bagi hasil yang masih dilaksanakan oleh masyarakat hingga sekarang. Salah satunya adalah Ma'teseng yang dilaksanakan oleh masyarakat Bugis misal di Desa Massenreng Pulu, Kecamatan Lamuru, Kabupaten Bone. Pelaksanaan ma'teseng di Desa Massenreng Pulu Kecamatan Lamuru Kabupaten Bone dilaksanakan secara turun temurun sebagai wujud tolong menolong. Perjanjian bagi hasil tanah pertanian tersebut selama ini dilakukan secara tidak tertulis dan didasari oleh kepercayaan dan kesepakatan antara petani penggarap dan pemilik tanah. Isi perjanjian tersebut meliputi hak dan kewajiban masing-masing pihak yang juga ditentukan oleh masing-masing pihak. Umumnya hasil dari perjanjian tersebut dibagi dua yaitu antara penggarap dan pemilik tanah dengan batas waktu yang sudah disepakati oleh kedua pihak. Adapun ketentuan dalam pembagian hasil panen di Desa Massenreng Pulu mempunyai cara pembagian hasil yang sama, yakni apabila pemilik hanya bermodalkan tanah pertanian sawah saja, sedangkan pupuk, benih, serta lain-lainnya ditanggung oleh pihak penggarap, pemilik sawah akan mendapatkan hasil panen ⅓ dan pihak penggarap mendapatkan ⅔. Ketentuan kedua adalah pemilik serta penggarap sawah sama-sama mendapatkan hasil panen ½ bagian apabila pupuk dibeli oleh pemilik sawah. Ketika penggarap sudah tidak mampu bekerja disebabkan karena suatu hal, penggarap harus tetap melaporkan kepada pihak pemilik sawah dan tidak berhak untuk mengalihkan perjanjian tersebut kepada pihak lain. Pihak penggarap hanya mempunyai hak untuk mengolah sawah tersebut sampai perjanjian berakhir, kecuali jika penggarap mendapat persetujuan langsung dari pemilik sawah untuk mencarikan penggarap yang lain (Anita, 2019).

Masyarakat Bugis di Desa Sengeng Palie menyebut kegiatan pertanian padi sebagai Akkinanreng yaitu tempat mencari makan ataupun sebagai sumber kehidupan. Untuk menjaga masyarakat ketika melakukan kegiatan pertanian merupakan tugas dari sanro ase yaitu pemimpin ritual yang memiliki pengetahuan tentang pola-pola bercocok tanam padi, tata cara memelihara, dan rangkaian ritual yang harus dilakukan petani (Wahyunis, 2022). Peran Sanro Ase disini juga berkaitan dengan hama berupa tikus dan ulat yang ada di sawah. Masyarakat Bugis meyakini bahwa kesembangan alam juga digambarkan dengan kehadiran padi, tikus, dan ulat. Di sawah, tikus dan ulat juga mencari makan dari padi, bukan sebagai hama, tetapi menemani padi, untuk kelangsungan hidup. Pemilik sawah tidak boleh marah atau merasa dirugikan dengan kehadiran ulat dan tikus justru sebagai teguran supaya manusia memperbaiki tingkah lakunya. Sanro ase pun bertugas memberikan semangat dan memberikan kekuatan untuk hidup, memberikan perawatan yang terbaik supaya padi dapat tumbuh dengan baik. Selain itu, sanro ase memiliki wewenang untuk menentukan hari yang baik dalam kegiatan pertanian. Penentuan hari yang salah atau hari yang buruk akan menyebabkan terjadinya gagal panen (Wahyunis, 2022). Sanro ase mendoakan, meminta keselamatan dan mengesahkan tiap kegiatan pertanian yang dilakukan (Wahyunis, 2022).

6.1.2. Kegiatan Maritim

Pada wilayah Sulawesi terdapat pertemuan antara Selat Makasar, Laut Jawa dan Laut Flores, yang kawasan jalur perdagangan yang sangat sibuk sehingga dikenal sebagai pusat kebudayaan maritim Indonesia dan dijuluki sebagai 'Segitiga Emas Nusantara' (Gambar 6.1). Pada wilayah ini terdapat suku-suku yang memiliki kebudayaan berorientasi laut dan banyak beraktifitas di wilayah ini, yaitu Bajo, Bugis, Buton, Mandar, dan Makasar. Beberapa hal yang menyebabkan kawasan Segitiga Emas Nusantara digaungkan sebagai pusat kebudayaan maritim Indonesia adalah (1) terjadi akulturasi budaya pada wilayah ini, khususnya pada kelima suku utama tersebut, terutama dalam hal pembuatan perahu, peralatan penangkap ikan, terminologi kebaharian dan perdagangan, (2) wilayah ini merupakan jalur paling ramai sejak zaman dahulu sampai saat ini, (3) merupakan pertemuan antara laut dalam (Laut Flores dan selat Makasar) dengan laut dangkal (Laut Jawa) sehingga menciptakan keunikan dan keragaman flora dan fauna bahari serta keragaman dan keunikan dalam beradaptasi terhadap lingkungan tersebut (Nurkholis, 2018).



Gambar 6.1
Lokasi Segitiga Emas Nusantara yang dinilai sebagai pusat maritim Indonesia dan lokasi 6 suku utama penganut budaya maritim (Nurkholis, 2024).

Kemajuan kegiatan maritim di Sulawesi terutama dapat dilihat di Sulawesi Selatan yang telah maju sejak abad XVI dengan terjalinnya hubungan luar negeri, jaringan perdaganan, dan adanya pelayaran internasional di kepulauan Nusantara (Reid, 2011). Posisi Sulawesi Selatan sebagai jalur laut menjadi semakin penting pada pertengahan abad XVI, pelabuhan-pelabuhan tertentu di pantai barat Sulawesi Selatan semakin banyak dikunjungi oleh para pedagang asing seperti Portugis, Arab, Persia, dan Melayu (Mattulada, 1982).

Berdasarkan teks I La Galigo bahwa periode 1000-1500 masyarakat di Sulawesi telah bergantung hidup pada kegiatan perdagangan melalui laut. Model perdagangan laut yang terbentuk adalah memperdagangkan produk yang melimpah dari pesisir dengan produk dari pedalaman, terutama hasil pertanian, emas maupun budak, yang dibawa untuk diperdagangkan ke pelabuhan besar lainnya saat itu (Macknight, 1983). Memasuki periode abad ke-16, peran laut semakin penting, bukan hanya sebagai jalur perdagangan tetapi juga sebagai sumber pangan dan sumber komoditas untuk perdagangan bagi masyarakat saat itu. Tome Pires dalam catatan perjalanannya menuliskan bahwa perdagangan suku Bajau dari Sulawesi meluas sampai Malaka dan Palembang dengan membawa 'beras yang sangat putih.' Selanjutnya digambarkan Sulawesi sebagai sebuah kawasan yang penduduknya cukup banyak dengan tanah sangat subur dan melimpah akan 'daging' serta pisang dan ubi. Catatan Tome Pires, sejalan dengan catatan perjalanan bangsa Eropa tentang Sulawesi lainnya, yang semakin menegaskan relevansi pentingnya dunia maritim dan perdagangan bangsa Sulawesi saat itu (MacKnight, 1983).

Satu-satunya suku yang tinggal dan sekaligus memiliki aktifitas utama di laut secara turun menurun adalah suku Bajo. Mereka menganggap laut sebagai karunia dari Tuhan yang diberikan kepada nenek moyangnya (Nurkholis, 2018).

Mayoritas suku Bajo adalah suku laut nomaden yang sudah mulai hidup menetap di daerah batu karang-pesisir laut. Suku ini tersebar di kawasan Asia Tenggara (Thailand, Malaysia, Singapura, Indonesia, dan Filipina). Suku Bajo mengenal beberapa pantangan yang bertujuan untuk menghindari bahaya di lautan, seperti tidak boleh mengucapkan kata-kata tidak sopan, takabur, membuang jeruk nipis dan membuang abu dapur ke laut. Selain itu Suku Bajo meyakini adanya dewa penjaga laut yang dikenal berwatak baik dan penolong dan akan memberikan hasil tangkapan ikan yang melimpah (Haerulloh *et al.,* 2021).

Suku lain yang terhubung erat dengan laut adalah suku Bugis. Perbedaan dengan suku Bajo adalah adalah suku Bugis menetap di daratan tetapi mempunyai penghidupan dengan cara melaut (Haerulla *et al.,* 2021). Kehidupan suku Bajo yang berada di laut membuat mereka harus menjalin hubungan dengan Suku Bugis, terutama dalam hal ekonomi melalui barter. Beberapa komoditas yang kerap dijadikan bahan barter adalah peralatan melaut, beras, tembakau dan gula. Interaksi suku Bajo dan Bugis berjalan semakin intensif sehingga menjadi salah satu penyebab berubahnya suku Bajo untuk mulai memilih tinggal di pesisir.

Budaya merantau dimiliki oleh Suku Bugis yang disebut dengan budaya Pasompe, tujuannya adalah untuk mencari pengalaman dan nafkah di luar Sulawesi Selatan (Sanjaya, *et al.,* 2018). Pada umumnya pelaut Bugis-Makassar, khususnya nelayan, berasal dari desa-desa pesisir pantai Sulawesi Selatan dan pulau-pulau di sekitarnya terbentang dari Luwuk, Wajo, Bone, Sinjai, Bulukumba di bagian timur (berhadapan dengan Teluk Bone), dan Bantaeng, Jenneponto, Takalar, Gowa, Kota Makassar, Maros, Pangkep (Pangkajenne Kepulauan), Barru, hingga Kota Parepare dan Pinrang di bagian barat pulau.

Keunggulan lain suku Bugis adalah kemampuannya dalam berdagang dengan komoditas utamanya adalah beras. Pedagang Bugis mampu membuat pusat perdagangan baru di sepanjang jalur yang dilaluinya, seperti terbangunnya pelabuhan Riau setelah Malaka dikuasai oleh Belanda pada 1874, dan berkembangnya pelabuhan di Pulau Pinang pasca di buka oleh Inggris pada 1786. Datangnya pedagang Bugis ke Riau dan Pinang berhasil menarik pedagang lain, seperti dari Cina dan India (Hussin, 2008). Kesuksesan pedagang Bugis tidak terlepas dari konsep hidup mereka, yaitu siri dan pese. Siri adalah konsep yang berkaitan dengan jati diri dan unsur malu. Konsep ini menjadikan setiap pedagang Bugis selalu berusaha jujur dan menjaga integritas mereka. Sementara itu, pese adalah sebuah kekuatan ikatan persaudaraan untuk membela dan memperkokoh komunitas Bugis. Hal ini memberi makna bahwa tradisi gotong royong sangat penting bagi Suku Bugis (Hussin, 2008).

Satu hal yang terkenal dari aspek pelayaran suku Bugis adalah kapal layarnya yang dikenal dengan nama *phinisi*. Kapal tradisional ini baisanya dibuat oleh suku Bugis dan suku Makassar, dengan ciri utama terdapatnya dua tiang utama dan tujuh layar, dengan tiga di paling depan, dua tengah dan dua di belakang (Gambar 6.2). Saat ini, perahu *phinisi* mengalami perluasan fungsi, bukan hanya menjadi kapal dagang antar benua, tetapi menjadi kapal pesiar mewah yang dikomersialisasikan dengan masuknya investor. Sebagian besar kapal ini dibangun dengan kayu asli Sulawesi yang bernama kayu *bitti* atau *Vitex cofassus* (Gambar 6.2, Tabel 6.1). Masyarakt lokal mengenal kayu ini dengan nama *sassuwar, Gofasa, bitum, gupasa,* dan *bana*. Pohon ini oleh telah ditetapkan sebagai flora identitas Gorontalo dengan nama *Gupasa* atau *Gofasa*. Mengingat pentingnya manfaat kayu ini, sebagian masyarakat di wilayah Bulukumba menjadikannya sebagai hutan rakyat. Persebaran tanaman ini terutama pada daerah Bantaeng, Enrekang, Bone, Sidrap, Bulukumba dan Selayar (Widiyanto & Siarudin 2014).



Gambar 6.2 Proses Pembangunan kapal Phinisi di wilayah Bulukumba, Atas (Devi Riskianingrum, Koleksi Pribadi) dan Penampakan Kayu Bitti sebagai bahan utama pembuatan kapal Phinisi (Widiyanto & Siarudin 2014), Bawah.

Mandar merupakan salah satu suku berbudaya maritim yang menetap di Sulawesi bagian barat yang terdapat di Kabupatem Polewali Mandar dan Kabupaten Majene (Tahara & Bahri 2018). Lahirnya Suku Mandar dapat ditelusuri pada abad 16, yang dimulai dengan persatuan tujuh kerajaan kecil membentuk federasi bersama dengan nama *Pitu Baqbana Binanga* dan *Pitu Ulunna Salu* yang berarti tujuh kerajaan di muara sungai dan tujuh kerajaan di hulu sungai. Penamaan Mandar sendiri merujuk pada sungai Mandar yang berhulu di kecamatan Malunda Kabupaten Majene dan bermuara di kota Katimbung Polewali Mandar. Berkembangnya kegiatan kemaritiman pada suku Mandar diakibatkan tanah tempat mereka menetap tidak cocok untuk kegiatan agrikultur. Hal ini mendorong masyarakat suku Mandar memilih orientasi maritim untuk pemenuhan kehidupan mereka (Tahara & Bahri 2018).

Ciri utama dari budaya maritim yang dimiliki suku Mandar adalah adanya perahu Sandeq (Gambar 96; Tabel 37) dan Roppo yang digunakan untuk menangkap ikan. Sandeq merupakan perahu tradisional, sedangkan Roppo merupakan alat bantu penangkap ikan yang terdiri atas pelampung (bambu atau gabus), alat pemikat berupa daun kelapa yang dipasang di bawah pelampung (Kasitowati, 2011). Perahu Sandeq merupakan sebuah budaya material masyarakat Mandar yang merupakan warisan dari era migrasi *Austronesia* yang secara berkelanjutan terus dikembangkan oleh masyarakat Mandar sampai saat ini. Oleh karena itu, perahu Sandeq dapat dikatakan sebagai salah satu puncak evolusi pembuatan perahu nusantara (Syamsudin, 2017).

Suku Mandar menganggap laut sebagai rumah dan tempat untuk mencari sumber kehidupan (Tahara & Bahri, 2018). Perantau Mandar dapat ditemukan di sepanjang pantai Sulawesi bagian barat, di Teluk Bone, hingga beberapa pulau di Selat Makassar, pantai timur Kalimantan sampai ke ujung utara.



Gambar 6.3
Kapal Sandeq khas suku Mandar (sumber, Amrullah 2015).

Tabel 6.1 Ritual terhadap Pembuatan Perahu Sandeq

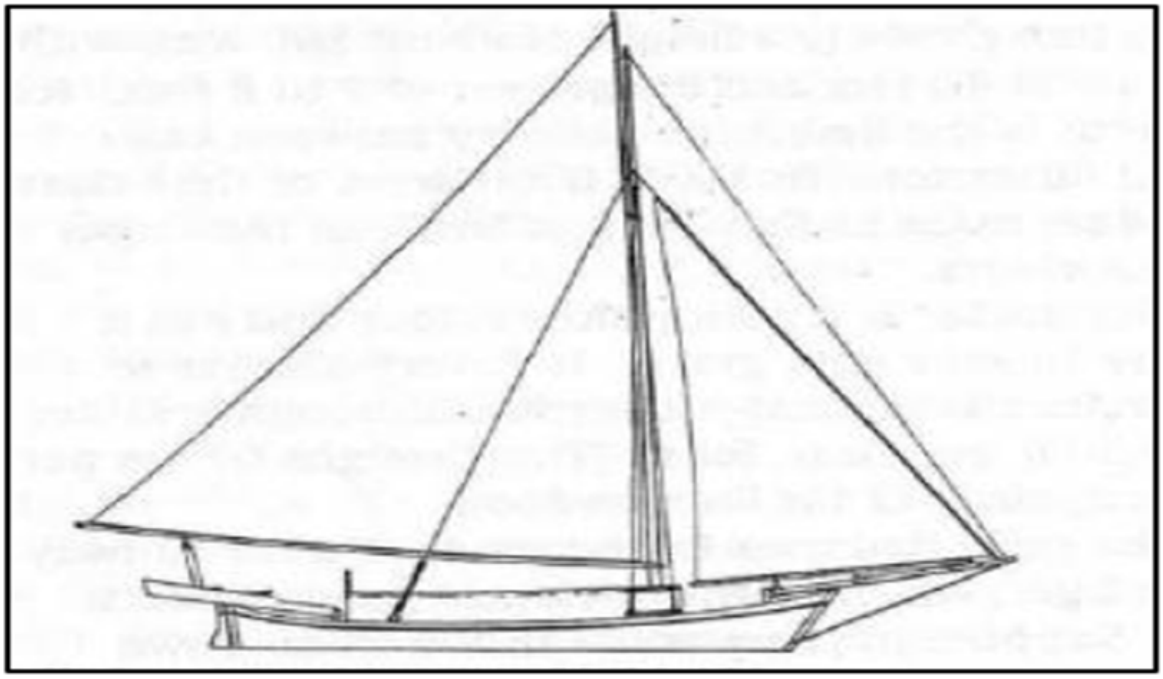
Tahap Pembuatan Perahu	Ritual	Kegiatan
Awal Pembuatan	Membaca-baca	Ritual memohon doa untuk keselamatan selama proses pembuatan perahu
Proses Pembuatan	Mattobo	Pemasangan papan pertama dianggap menentukan keberhasilan perahu sehingga harus dilakukan sendiri oleh kepala tukang dengan rangkaian mantra dan ussul tertentu.
	Memasang Pallayarang	Pemasangan tiang layar sebagai penggerak utama perahu diiringi ussul sebagai pengharapan kuatnya tiang layar yang digunakan
Setelah Pembuatan	Mapposiq	Pengisian jiwa perahu dilakukan dengan membuat lubang kecil pada dasar perahu bagian tengah
	Kuliwa	Acara syukuran peresmian perahu sebagai tanda sandeq siap digunakan
	Makkotaq Sanggilang	Pembuatan luang kemudi yang dilakukan oleh kepala tukang
Peluncuran Perahu	Peluncuran perahu Sandeq	Mempertemukan perahu dengan laut untuk pertama kalinya

Sumber: Amrullah, 2015.

Seperti halnya suku Bajo dan Mandar, suku Buton merujuk pada suku yang tinggal di wilayah kesultanan yang bernama Wolio (Zuhdi, 2010). Kesultanan ini berdiri sejak abad ke-14 dan berakhir pada tahun 1960. Kekuasaannya mencakup Pulau Kabaena, Pulau Muna, Pulau Tiworo, Pulau Buton, dan kepulauan Tukang Besi atau kawasan Wakatobi saat ini. Alasan tingginya budaya maritim di Kesultanan Buton karena wilayah lautnya lebih luas jika dibandingkan dengan wilayah daratannya (Zuhdi, 2010).

Zuhdi (2010) menyampaikan bawha pelaut Buton umumnya berasal dari kawasan kepulauan Tukang Besi dengan tiga

keistimewaannya, yaitu memiliki kemampuan membuat perahu layar tradisional, keberanian untuk melaut ke lautan lepas, dan kemampuan menerima perkembangan teknologi pelayaran. Penjelajahan para pelaut dari Kepulauan Tukang Besi tidak terbatas pada wilayah nusantara, namun juga ke beberapa negara seperti Singapura, Malaysia, Deli, Filipina Selatan, Australia Selatan, dan Pakistan. Mereka menggunakan perahu andalan buatan mereka sendiri, yaitu perahu tradisional Lambo. Ciri khas perahu ini adalah menggunakan layar nade dan mampu mengangkut barang sampai sekitar 300 ton (Zuhdi, 2010).



Gambar 6.4
Skema Perahu Lambo

Perahu Lambo memiliki perbedaan mendasar dengan Phinisi, yaitu pada bentuk, letak, dan jumlah tiang layar serta jumlah tiang agung (Gambar 6.4; Tabel 6.2). Pada perahu Lambo hanya terdapat dua buah layar berbentuk segitiga siku-siku dan hanya terdapat satu tiang agung.

Tabel 6.2 Ringkasan Jenis Kapal dan Kayu yang digunakan di Sulawesi.

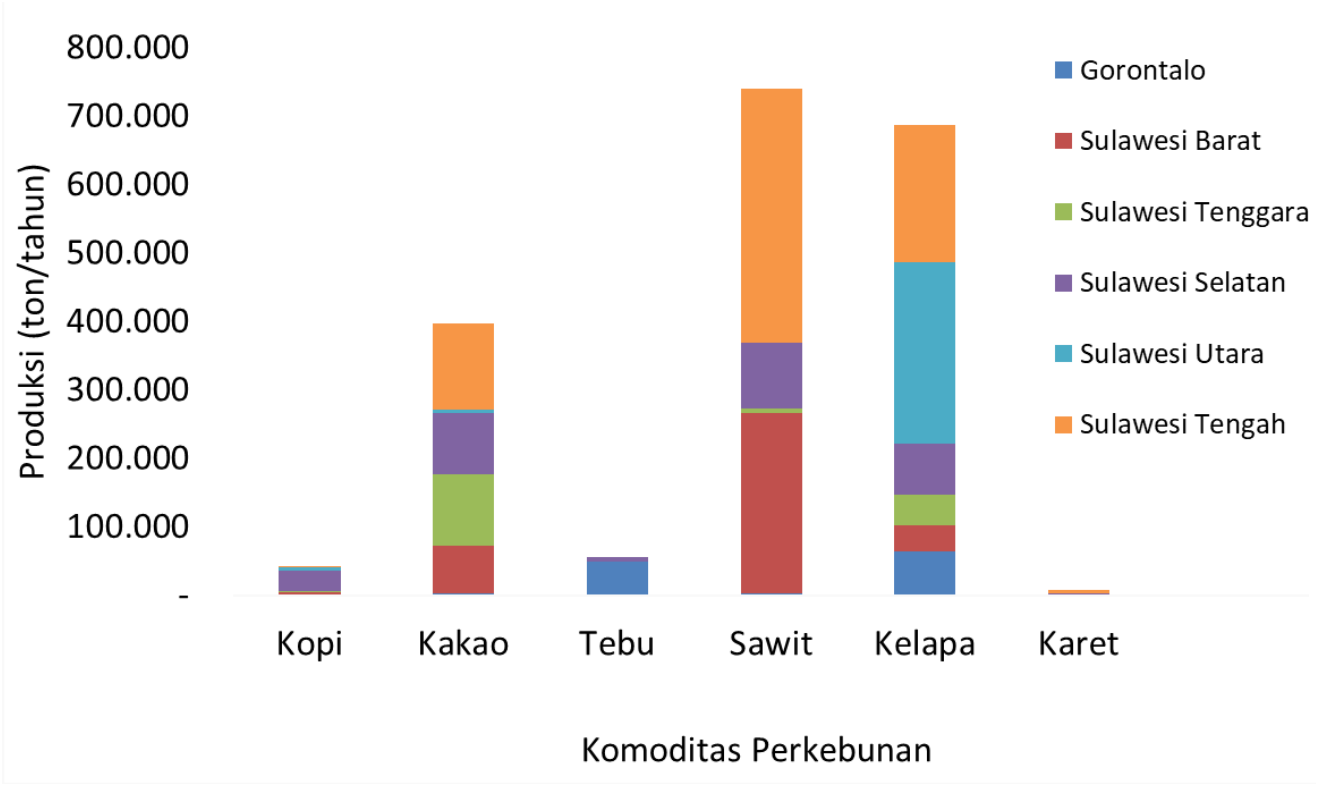
Jenis Perahu	Jenis Kayu	Pengguna
Phinisi	Kayu Bitti	Bugis; Makassar
Sandeq	Kayu Dango, Kayu Palupi, Kayu Ma'dang, Kayu Tippulu dan Kayu Kanduruang.	Mandar
Lambo	Kayu Bitti, Kayu Pude	Buton

Sumber: diolah dari Borahima *et al.*,(1977); Widiyanto & Siarudin (2014); Syamsuddin (2017)

6.2 SUMBER DAYA ALAM DAN PEMANFAATANNYA

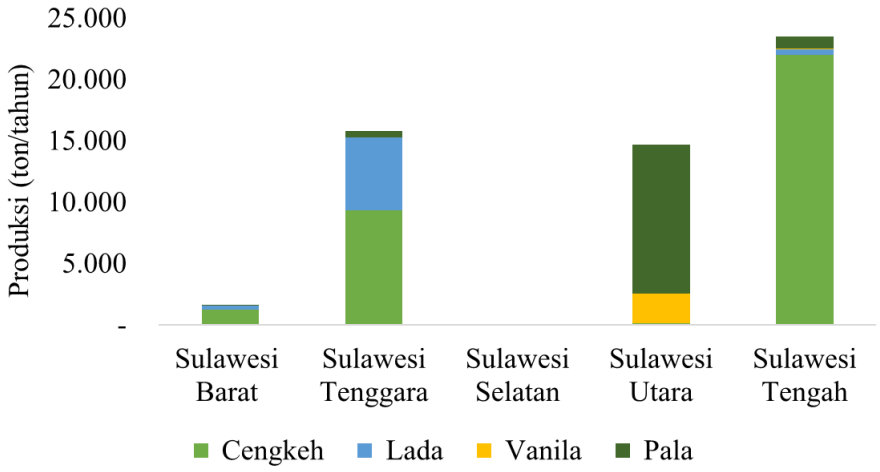
6.2.1. Sumber Daya Alam

Produk perkebunan dari Sulawesi telah dikenal sejak zaman dahulu dengan datangnya orang Portugis pada abad ke-15 untuk mencari komoditas perkebunan yaitu rempah-rempah. Berdasarkan data tutupan lahan 2019, saat ini, luas perkebunan di Sulawesi mencapai 2,69% dari luas daratannya. Data BPS dalam angka tahun 2023, menyebutkan sawit dan kelapa merupakan komoditas utama dari Sulawesi dengan penyumbang terbesarnya berasal dari Sulawesi Tengah yaitu 740.764,12 ton sawit/tahun dan Sulawesi Utara dengan komoditas kelapasebanyak 687.461,85 ton/tahun (Gambar 6.5). Perkebunan kelapa sawit di Sulawesi Tengah merupakan salah satu sektor ekonomi makro yang memiliki perananan penting sebagai penggerak roda perekonomian masyarakat, menyerap tenaga kerja dan penyumbang devisa negara. Adapun Sulawesi Tengah sebagai penyumbang kakao terbesar (Gambar 98). Indonesia merupakan penyumbang kakao ketiga terbesar di dunia dan Sulawesi Tengah merupakan provinsi penyumbang kakao terbesar di Indonesia (Moser *et al.,* 2010). Kakao, kelapa dan kopi merupakan komoditas yang ditanam di seluruh Sulawesi sedangkan tebu terbatas di Gorontalo, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan; karet ditanam di Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tengah; sementara sawit tidak ditemukan di Sulawesi Utara.



Gambar 6.5
Sumber daya alam sektor perkebunan di Sulawesi (BPS dalam angka 2023a-f)

Jumlah total rempah-rempah yang dihasilkan dari empat komoditas yaitu cengkeh, lada, vanila dan pala sebesar 55.608 ton/tahun (BPS dalam angka 2023a-f). Sulawesi Tengah merupakan penghasil cengkeh terbesar sedangkan Sulawesi Barat sebagai penghasil lada dan penghasil pala didominasi oleh Sulawesi Utara (Gambar 6.5).



Gambar 6.6
Rempah-rempah di Sulawesi (BPS dalam angka 2023a-f).

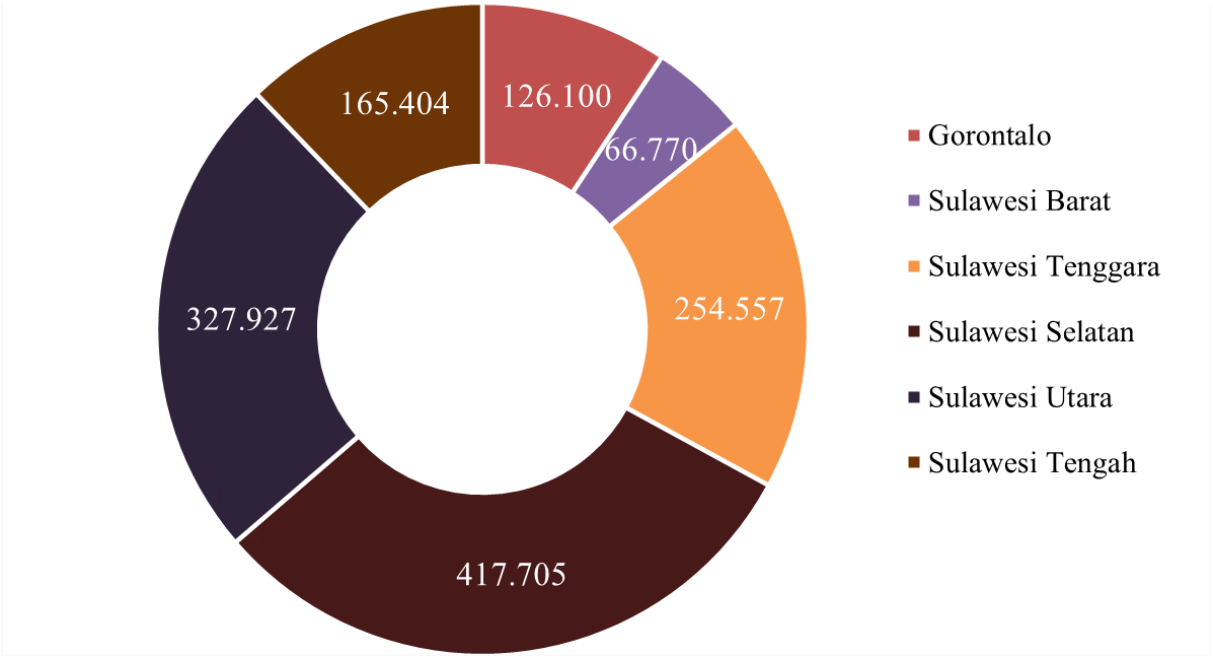
a Pemanfaatan Sumber Daya Alam Sektor Perikanan

Sumber daya perikanan adalah seluruh fauna dan tumbuhan yang hidup di perairan laut maupun perairan darat. Perikanan darat adalah semua usaha perikanan yang dilakukan di daratan seperti perikanan air tawar, tambak, kolam, dan sebagainya. Sedangkan perikanan laut merupakan perikanan yang dilakukan di laut lepas baik itu perikanan kelompok ikan pelagis (ikan yang hidup pada bagian permukaan) dan spesies ikan demersal (ikan yang hidup di dasar laut) (Harmunanto *et al.,* 2018).

Kementerian Kelautan Perikanan (KKP) mengestimasi potensi sumber daya ikan di seluruh perairan Indonesia, termasuk di perairan sekitar Sulawesi melalui Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan (KEPMEN-KP) Nomor 19 Tahun 2022. Peraturan tersebut juga memuat jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan (JTB) dan tingkat pemanfaatan untuk setiap Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP). Di sekitar Sulawesi terdapat empat WPP, yaitu WPP 713 (meliputi perairan Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores dan Laut Bali), WPP 714 (meliputi perairan Teluk Toko dan Laut Banda), WPP 715 (meliputi perairan Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram dan Teluk Berau) dan WPP 716 (meliputi perairan Laut Sulawesi dan sebelah utara Halmahera.

Estimasi potensi, JTB dan tingkat pemanfaatan setiap WPP di sekitar Sulawesi disajikan pada Tabel 6.3. Tingkat pemanfaatan (E) dengan nilai lebih dari 1 menunjukkan kondisi over-exploited, upaya penangkapan harus dikurangi; 0,5-1 *fully-exploited*, upaya penangkapan dipertahankan dengan monitor yang ketat dan untuk nilai kurang dari 0,5 menunjukkan *moderate*, dimana penangkapan dapat ditambah (Kepmen KP Nomor 47 Tahun 2016). Berdasarkan estimasi potensi, pemanfaatan yang intensif dan telah mencapai kondisi *over-exploited* untuk di WPP 713 adalah pada ikan pelagis kecil, ikan karang, lobster, rajungan dan kepiting. Sementara untuk WPP 714, kondisi *over-exploited* terjadi pada ikan karang, udang penaeid, lobster dan kepiting (Tabel 6.3). Sumber daya ikan karang dan lobster sudah dalam kondisi *over-exploited* di WPP 715, sedangkan untuk WPP 716 hanya pada ikan karang. Berdasarkan kelompok sumber daya, ikan karang dan lobster merupakan kelompok yang paling banyak dimanfaatkan dan telah mengalami over-exploited.

Harmunanto *et al*. (2018) menyebutkan bahwa Sulawesi merupakan wilayah yang memiliki produksi perikanan laut terbesar di Indonesia dan berkontribusi sekitar 22% dari total PDRB Sulawesi. Sementara, berdasarkan BPS dalam angka 2023a-f, Sulawesi Selatan menempati posisi pertama untuk pemanfaatan perikanan (Gambar 6.7) dan sektor perikanan merupakan salah satu sektor yang menyerap tenaga kerja terbesar di Sulawesi Selatan (BPS, 2022).



Gambar 6.7
Perikanan tangkap di Sulawesi (BPS dalam angka, 2023).

Tabel 6.3 Estimasi potensi sumber daya ikan, jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan (JTB) dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) sekitar perairan Pulau Sulawesi.

Sumber Daya Ikan	WPP 713			WPP 714			WPP 715			WPP 716		
	Estimasi potensi (ton)	JTB (ton)	Tingkat Pemanfaatan	Estimasi potensi (ton)	JTB (ton)	Tingkat Pemanfaatan	Estimasi potensi (ton)	JTB (ton)	Tingkat Pemanfaatan	Estimasi potensi (ton)	JTB (ton)	Tingkat Pemanfaatan
Ikan Pelagis Kecil	284.302	142.151	1,0	222.881	156.017	0,7	443.944	310.761	0,7	197.012	137.908	0,7
Ikan Pelagis Besar (selain Tuna dan Cakalang)	162.506	113.754	0,8	370.653	259.457	0,7	74.908	52.436	0,7	176.382	123.468	0,5
Ikan Demersal	374.500	337.050	0,3	292.000	204.400	0,7	80.226	56.158	0,7	215.900	194.310	0,4
Ikan Karang	167.403	83.702	1,3	121.326	60.663	1,1	105.336	52.558	1,3	24.909	12.455	1,6
Udang Penaeid	56.835	39.785	0,8	6.472	3.236	1,0	5.295	3.707	0,7	6.705	4.694	0,5
Lobster	765	383	1,3	724	364	1,7	1.217	609	1,2	1.494	1.046	0,9
Kepiting	6.213	4.349	0,7	1.758	879	1,4	336	235	0,7	1.470	1.029	0,8
Rajungan	9.253	4.627	1,5	4.705	3.294	0,6	157	110	0,7	265	186	0,5
Cumi-cumi	11.370	5.685	1,2	13.460	9.422	0,5	3.874	2.712	0,9	1.908	1.336	0,9

b Pemanfaatan Sumber Daya Alam Sektor Pertambangan

Sektor pertambangan dan energi di Sulawesi di antaranya emas dan nikel tersebar di wilayah Malili, Pegunungan Bulubalang, Sorowako dan Kolaka, bijih besi di Polewali Mandar, mangan, granit, marmet, kaolin, dan batu gamping terbar di Tonasa, Bulu Tellue, Bantimala, Bolaang Mongondow, Gorontalo, Minahasa, Dumbe dan Isimu. Kegiatan pertambangan tentu tidak bisa lepas dari adanya gangguan pada keseimbangan ekologi, selain menjadi salah satu motor penggerak ekonomi. Sektor pertambangan juga menyediakan lapangan pekerjaan yang banyak diminati karena upah yang diberikan relatif lebih tinggiselain bentuk *Corporate Social Responsibility* (CSR) dalam bentuk bantuan pendampingan serta pendanaan untuk pemberdayaan masyarakat agar berinisiatif dan berpartisipasi aktif dalam meningkatkan taraf hidupnya.

6.2.2. Valuasi Ekonomi Sumber Daya Alam

Valuasi ekonomi merupakan suatu kegiatan ekonomi yang memberikan nilai kuantitatif terhadap barang dan jasa yang dihasilkan oleh sumber daya alam, lingkungan, baik atas dasar nilai pasar (*market value*) maupun nilai non-pasar (*non market value*) (Munawarah *et al.,* 2021). Beberapa kuantifikasi sumber daya alam dan lingkungan telah di lakukan, salah satunya penghitungan ekosistem karst di Maros-Sulawesi Selatan. Berdasarkan hasil studi Gustami & Waluyo (2002) Karst Maros dikenal sebagai Tower Karst atau Karst Tropika Klasik memiliki total nilai ekonomi sebesar Rp. 639.556.607.830,- terdiri dari nilai guna langsung, nilai guna tidak langsung dan nilai preservasi. Nilai guna langsung berasal dari kegiatan rekreasi, penghitungan nilai tidak langsung dihitung dari fungsi Kawasan karst dan hutannya yaitu sebagai sumber air, pencegah terjadinya banjir dan longsor, sedangkan nilai preservasi dihitung berdasarkan keinginan membayar pengunjung untuk preservasi kupu-kupu dan kumbang, perbaikan lingkungan yang berkaitan dengan kebersihan, keindahan dan kesejukan.

Dari aspek lain sebagai jasa pengatur, ekosistem karst khususnya Karst Maros-Pangkep masih memerlukan kajian perhitungan ekonomi dalam pengendalian hama, penyerbuk dan pemencar biji yang diperankan oleh kelelawar yang banyak menghuni gua-gua di Karst Maros-Pangkep. Salah satu gua yang dihuni oleh koloni besar kelelawar pemakan buah dan pemakan serangga adalah Gua Salenrang yang bertempat di kawasan wisata Rammang-Rammang. Selain membantu pengendalian hama khususnya kawasan pertanian di sekitar karst maros, kelelawar dalam membantu penyerbukan dan pemencaran biji masih memerlukan kajian-kajian yang mendalam. Banyak pihak tidak menyadari peran penting kelelawar dalam membantu petani mengendalikan hama. Nilai ekonomi menangkap kelelawar dan mengambil guano sangat kecil dibandingkan dengan kerugian yang akan muncul akibat hilangnya populasi kelelawar.

6.2.3. Jasa Lingkungan

Jasa ekosistem adalah produk sumber daya alam hayati dan ekosistem berupa manfaat langsung (tangible) dan manfaat tidak langsung (intangible) yang antara lain meliputi jasa wisata alam/rekreasi, jasa perlindungan tata air/hidrologi, kesuburan tanah, pengendalian erosi dan banjir, keindahan, keunikan alam, keanekaragaman hayati, penyerapan dan penyimpanan karbon (Desiana *et al.,* 2019). Hingga saat ini, pemahaman akan manfaat jasa ekosistem masih terbatas pada jasa wisata, penyedia air, udara, pengendali banjir dan erosi. Sebuah studi tentang pemanfaatan jasa ekosistem dari burung dan kelelawar di perkebunan kakao di Sulawesi Tengah menunjukkan bahwa kehadiran burung dan kelelawar telah mengurangi hama yang bersumber dari arthopoda dan menaikkan hasil panen kakao 31% di lokasi penelitian (Maas *et al.,* 2017). Hal ini menunjukkan bahwa jasa burung dan kelelawar memberikan efek positif untuk membantu petani dalam meningkatkan perekonomiaannya dan untuk konservasi.

Adapun jasa lingkungan dari angin, di Indonesia belum

banyak dimanfaatkan. Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi yang mengembangkan sumber daya angin menjadi sumber energi terbarukan (Box PLTB). Hasil studi Adinandra & Iqbal (2018) menunjukkan bahwa kecepatan angin di Sidrap dan Jeneponto, Sulawesi Selatan memungkinkan untuk dimanfaatkan dengan kecepatan rata-ratanya 6,43 m/detik dan Jeneponto, Sulawesi Selatan rata-ratanya 7,96 m/detik.

PLTB

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Sidrap dibangun di Desa Mattirotasi, Kabupaten Sidrap, seluas 100 ha. PLTB ini memproduksi Listrik sebesar 75 MW yang dihasilkan dari 30 turbin angin, dengan ketinggian menara baja 80 m dan panjang baling-baling 57 m. PLTB menjadi pemasok listrik Sulawesi Selatan, Sulaesi Barat dan Sulawesi Tengah dan mampu menerangi 70.000 rumah.

PLTB Tolo 1 dibangun pada areal seluas 60 ha di Kecamatan Turatea, Kabupaten Jeneponto. PLTB ini memiliki kapasitas 72 MW, terdiri dari 20 turbin angin dengan masing-masing berkapasitas 6,3 MW. Tinggi Menara 135 m dan baling-baling yang menghadap arah datangnya angin dengan panjang 63 m. Listrik yang dihasilkan PLTB dimanfaatkan oleh Sulawesi Selatan, Tenggara, dan Barat dan mampu menerangi sekitar 60.000 rumah.

Sumber: Permatasari, 2020

a Jasa Ekosistem Lamun

Jasa ekosistem lamun dibagi ke dalam empat komponen, yaitu jasa penyedia, jasa pengaturan, jasa budaya dan jasa pendukung. Ekosistem lamun memberikan jasa penyedia yang berkaitan dengan perikanan tangkap, bahan makanan, bioprospeksi dan obat-obatan. Jasa pengatur ekosistem ini adalah sebagai penahan abrasi pantai dan pencegah banjir, penstabil sedimen dan penjernih air, penyerap karbon penstabil pH air laut. Sementara itu, untuk jasa budaya berupa aktivitas rekreasi, seperti tempat memancing, menyelam,pengamatan burung serta aktivitas budaya masyarakat yang memanfaatkan ekosistem lamun dalam melakukan kegiatannya. Jasa lainnya yaitu jasa pendukung sebagai sumber makanan, habitat, tempat pemijahan, pengasuhan, pembesaran dan perlindungan untuk berbagai spesies biota laut (Rahmawati *et al.,* 2022).

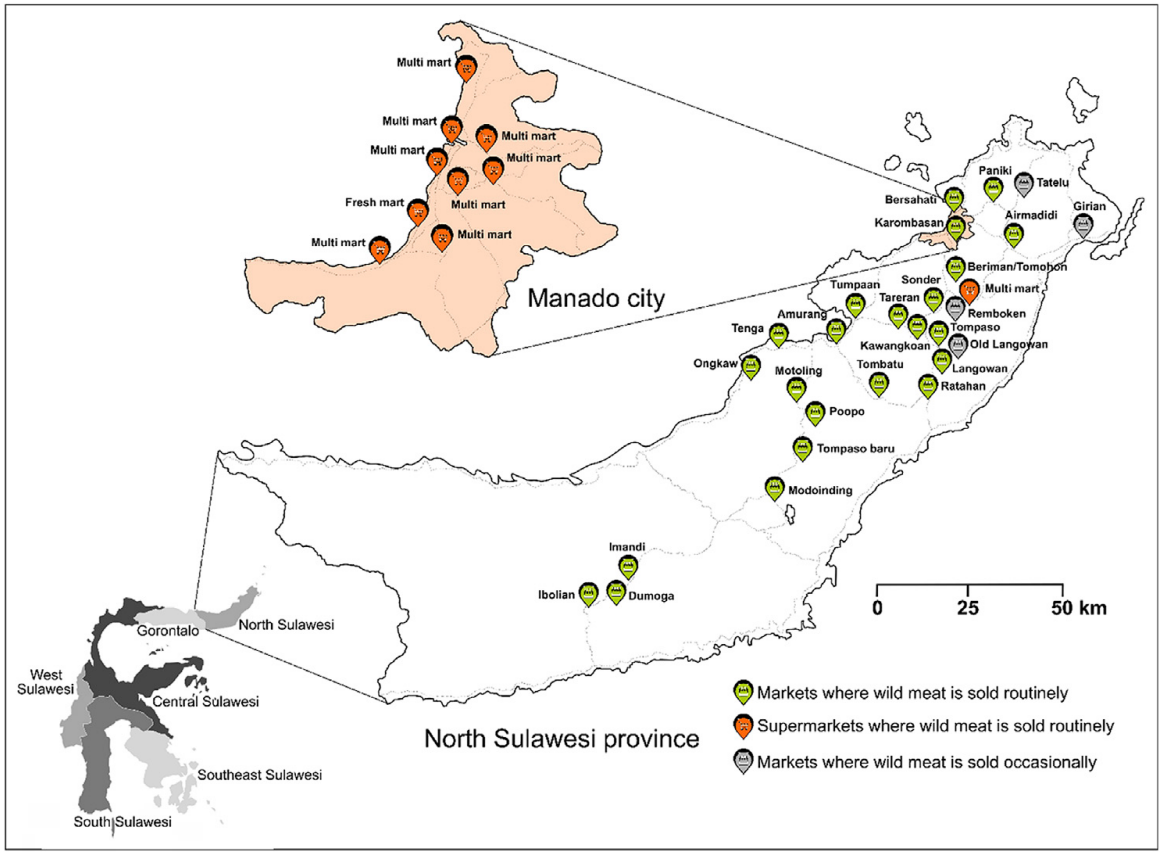
b Jasa Ekosistem Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang memberikan jasa penyedia yang berkaitan dengan perikanan tangkap. Banyak ikan-ikan yang berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang dan ditangkap oleh masyarakat di wilayah pesisir (Arkham *et al.,* 2020). Selain itu, terdapat jasa pengatur sebagai pelindung garis pantai dan ancaman abrasi sehingga memungkinkan pulau-pulau kecil tetap bertahan dan garis pantai akan relatif stabil (Giyanto *et al.,* 2021; 2022). Komponen lainnya adalah jasa budaya sebagai kawasan wisata bahari serta aktivitas yang berkaitan dengan budaya masyarakat. Jasa lainnya berupa jasa pendukung adalah habitat yang menyediakan sumber makanan, tempat pemijahan, pengasuhan, pembesaran dan perlindungan bagi berbagai spesies biota laut.

6.2.4. Perdagangan Hidupan Liar

Interaksi antara manusia dan tumbuhan satwa liar terjadi dalam perdagangan tumbuhan dan satwa liar (TSL) baik legal maupun ilegal. Perdagangan TSL secara legal diatur melalui regulasi SK MENHUT No 447/Kpts-II/2003 yang merupakan turunan dari PP 8/1999. Dalam regulasi tersebut mengatur pemanfaatan TSL yang dibatasi dengan adanya kuota untuk menjamin keberlangsungan hidup TSL di alam.

Dalam hal perdagangan TSL, Sulawesi Utara merupakan salah satu pasar daging satwa liar terbesar di Asia (Lee *et al.,* 2005; Saroyo, 2011) bauk untuk kepentingan keagamaan (Sheherazade & Tsang, 2015), pesta dan acara keluarga (Liana *et al.,* 2019). Liana & Witno (2021) menunjukkan di Sulawesi Utara penjualan satwa liar terjadi di pasar tradisional (8 spesies) dan pasar modern (5 spesies) dengan kisaran harga di pasar tradisional antara Rp. 15.000-65.000 per kg, tergantung spesies dan di pasar modern harga meningkat 2-3 kali lipat dari pasar tradisional. Pada penelitian Lee *et al.,* (2005) satwa liar dalam keadaan mati maupun hidup yang dijual sebagai pangan adalah tikus hutan ("tikus ekor putih´ antara *Taeromys celebensis, Rattus xanthurus, Maxomys hellwaldii, M. musschenbroekii, Paruromys dominator, Echiothrix leucura,* dan *Bunomys chrysocomus*.) merupakan proporsi terbesar, (43,9%) disusul, kelelawar besar (39,8%; *Acerodon celebensis* dan *Pteropus alecto*), kelelawar kecil (7,5%), babi sulawesi (7,3%; (*Sus celebensis*). kuskus (*Strigocuscus celebensis* dan *Ailurops ursinus*), tupai, babirusa (*Babyrousa* spp.), kera (*Macaca* spp.), tarsius (*Tarsius* spp.), musang, anoa (*Bubalus* spp.), dan rusa (*Rusa timorensis*) terhitung rendah (1,2%) (Gambar 6.8). Komoditas tersebut secara rutin dijual di 23 pasar tradisional dan 10 supermarket yang disurvei. Satwa-satwa liar tersebut kadang-kadang diperdagangkan juga di pasar tambahan berlokasi di Kabupaten Minahasa dan Minahasa Selatan pada hari besar Natal dan Tahun Baru (Latinne *et al.,* 2020). Selain itu kadang-kadang terlihat. anjing, kucing, dan ayam peliharaan serta ikan, juga ditemukan dijual dalam keadaan mati.



Gambar 6.8

Peta menunjukkan 27 pasar dan 10 supermarket di Sulawesi Utara, di mana *wild meat* dijual pada waktu-waktu tertentu (sebelum Natal, Tahun Baru, dan *Thanksgiving*) berdasarkan survey di 31 pasar dan 14 supermarket pada November 2018 hingga Februari 2019 (Sumber Latinne *et al.,* 2020).

6.3 PENGETAHUAN LOKAL MASYARAKAT

Setiap suku di Sulawesi mempunyai pengetahuan lokal tentang konservasi lingkungan hidup, hutan, konservasi laut, pemanfaatan tumbuhan dan pemanfaatan hewan. Pengetahuan ini didasari adanya kesadaran akan lingkungan sekitar yang dikelilingi oleh berbagai spesies tumbuhan dan hewan yang dapat digunakan. Sebagai contoh, dalam Suku Ammatoa Kajang, orang tua dan tetua adat berperan penting dalam menanamkan pengetahuan lingkungan kepada anak melalui ceramah, praktik langsung, demonstrasi, dan bercerita. (Surtikanti *et al.,* 2017). Pendidikan formal di sekolah juga memberikan kontribusi terhadap pengetahuan lingkungan, dengan kurikulum yang disesuaikan dengan memuat tinjauan materi lingkungan hidup secara terstruktur. Diskusi masyarakat dan pertemuan informal juga memberikan kesempatan kepada masyarakat untuk membahas mengenai permasalahan lingkungan hidup. Secara keseluruhan, pendidikan lingkungan hidup Suku Ammatoa Kajang merupakan perpaduan pembelajaran formal dan informal, Dalam hal pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam, Suku Talaud memiliki kearifan lokal tersendiri. E'ha melarang warga mengambil hasil bumi, baik darat maupun laut, dalam jangka waktu tertentu. Hasil bumi yang diatur adalah tanaman kelapa, cengkeh, dan pala. Pelaksanaan e'ha pada tanaman kelapa dimulai dengan musyawarah pimpinan adat untuk menentukan waktu dimulainya larangan dan waktu dibukanya larangan tersebut. Tanaman pala dan cengkeh, diberlakukan 4-5 bulan sesudah masa pemetikan hingga ke pemetikan berikutnya. Buah tidak bisa dipanen walaupun hanya membawa pulang buah yang jatuh (Sumolang 2022).

6.3.1. Pengetahuan Masyarakat tentang Pemanfaatan Tumbuhan

a Tumbuhan Sebagai Obat

Masyarakat Bugis di Sulawesi Selatan telah lama mengenal sistem pengetahuan dan penyembuhan berbagai penyakit dengan memanfaatkan tumbuhan. Penggunaan tumbuhan dalam pengobatan tradisional dianggap sebagai alternatif pengobatan modern (Tahir *et al.,* 2018). Persepsi masyarakat Bugis terhadap nyeri tercermin dari berbagai istilah yang digunakan dalam percakapan sehari-hari, seperti malasa, madoko, makdokkong. Istilah sakit mengacu pada konsep keadaan jasmani atau rohani seseorang yang sedang mengalami ketidakseimbangan (Tahir *et al.,* 2018). Masyarakat Bugis mengenal dua jenis penyakit yaitu "lasa ati" yang mengacu pada penyakit liver dan gangguan kejiwaan, dan "lasa watakkale" yang mengacu pada penyakit fisik atau gangguan kesehatan pada tubuh. Pengobatan penyakit-penyakit tersebut dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan oleh masyarakat Arab dan India, selain pengetahuan tradisional masyarakat Bugis. Aplikasi pengobatan dilakukan berbeda-beda seperti minum, makan, mengunyah, mengoles, menggosok, menempelkan, dan memoles.

Suku Suku Tolaki, di Sulawesi Tenggara memiliki pengetahuan tentang tumbuhan obat yang digunakan sampai sekarang. Tanaman jahe digunakan sebagai obat untuk menyembuhkan radang tenggorokan, tanaman ciplukan untuk mengobati kolesterol, sakit perut, dan gondok beracun, tanaman krokot digunakan untuk mengobati penyakit jantung sedangkan meniran untuk mengobati infeksi saluran kemih(Alang *et al.,* 2021).

Masyarakat di Sulawesi Tengah juga memiliki pengetahuan mengenai pemanfaatan tumbuhan sebagai tumbuhan obat yang mencapai 113 spesies dari 51 suku (Lampiran 4) dan tumbuhan yang digunakan sebagai pestisida alami

dan aromatika (Hapid *et al.,* 2023). Sedangkan masyarakat di Sulawesi Barat. tercatat menggunakan tumbuhan obat sebanayak 49 spesies yang termasuk dalam 30 suku dan 22 ordo (Lampiran 4). Pada Suku Sangihe di Sulawesi Utara mereka menggunakan sekitar 29 spesies tumbuhan obat (Tabel 6.4).

Tabel 6.4 Spesies-spesies tanaman obat yang digunakan masyarakat Suku Sangihe dan penyakit yang disembuhkan

Nama lokal	Jenis penyakit yang disembuhkan
Kayu Lipang	Digunakan sebagai penangkal racun
Sayor Bawang	Digunakan sebagai obat penyakit lambung, seperti benjolan di perut
Tumbulawa	Digunakan sebagai obat maag, liver, dan asam lambung
Kayu Tulang	Cabang pohonnya digunakan untuk mengobati penyakit salese
Buah Manisan	Digunakan untuk menurunkan tekanan darah tinggi
Pohon Kapas Kecil	Buahnya digunakan untuk obat tetes mata, daunnya untuk obat patah tulang
Kayu Penguat Ingatan	Daunnya digunakan untuk penguat ingatan, kulit batangnya digunakan untuk mengobati penyakit peho salese
Kayu Tagalolo	Digunakan untuk menyembuhkan demam
Lidah Buaya	Digunakan untuk menyembuhkan batuk dan penyakit dalam
Daun Tatate	Digunakan untuk menyembuhkan batuk
Sayur Poki	Digunakan untuk menangkal rabies
Garating	Digunakan untuk menyembuhkan sakit tenggorokan
Laka	Obat untuk kuku
Tahulending	Digunakan sebagai pengompres untuk menyembuhkan demam
Cakar Kucing	Digunakan sebagai obat batuk turunan
Bunga Adam	Digunakan untuk menyembuhkan batuk dan masuk angin
Pondang	Digunakan untuk penyakit tekanan darah tinggi
Limbalo	Digunakan untuk mengobati diare
Tebuh Merah	Digunakan untuk penyakit tekanan darah tinggi
Bunga Embuhanga	Digunakan untuk obat maag
Sarungambong Merah	umberDigunakan sebagai penangkal semua penyakit
Sayur Lembek	Digunakan untuk obat bengkak pada kulit
Bunga Papung	Digunakan untuk obat luka bakar
Sayor Aer	Digunakan untuk obat diabetes
Kayu Burung	Digunakan untuk obat penyakit kulit
Pohon Coklat	Digunakan untuk mengobati luka dan bengkak pada tubuh
Sirih Merah	Digunakan untuk membersihkan perut bagi wanita yang baru melahirkan
Kaktus Papan	Digunakan untuk menghisap darah kotor
Umbi Jalar	Digunakan untuk mengobati sakit kepala ringan

Sumber: Hamzah *et al.,* 2023

b Tumbuhan sebagai Makanan, Rempah, Minuman, dan Pakan Ternak

Pemanfaatan tumbuhan sebagai makanan erat kaitannya dengan pangan lokal masyarakat di wilayah tertentu. Padi, jagung, ketela pohon, ubi jalar,serta talas merupakan bagian dari keragaman pangan lokal seperti di Kabupaten Sigi. Jenis pangan lokal yang diusahakan dan dikonsumsi sebagai makanan pokok rumah tangga didominasi nasi jagung. Selain itu, bahan pangan lokal lainnya yang dikonsumsi adalah ubi kayu, ubi jalar dan talas. Hal tersebut dilakukan jika ketersediaan beras padi ladang dan jagung sudah berkurang atau tidak mencukupi untuk dikonsumsi oleh keluarga (Rahman dkk. 2020).

Sebanyak 39 spesies tumbuhan digunakan oleh masyarakat Kaili Inde, Sulawesi Tengah sebagai bahan pangan. Terdapat 28 spesies yang buahnya digunakan, lima spesies digunakan umbinya, satu spesies digunakan akarnya, lima spesies digunakan daunnya serta dua spesies yang digunakan adalah rimpangnya (Fathurrahman *et al*. 2016). Sedangkan masyarakat Kaili Tara, Sulawesi Tengah lebih banyak dalam memanfaatkan tanaman yang mencapai 110 spesies (95 marga dan 48 suku) tumbuhan dimanfaatkan oleh (Zulfiani *et al.,* 2013).

Mengenai kuliner tradisional masyarakat Sulawesi, Selatan, lemang merupakan salah satu makanan khasnya dengan variasi pengolahan antara di bakar dan direbus. Ketupat juga menjadi makanan wajib pada kegiatan upacara adat. Zulfiani *et al.,* (2013) melaporkan sebanyak 15 spesies tumbuhan yang digunakan sebagai bumbu dan rempah pada suku Kaili Tara, seperti poi sambalagi (*Tamarindus indica*), lemo baranga (*Citrus* x *aurantiifolia*), tamate (*Solanum lycopersicum*), marisa (*Capsicum frutescens*), sanggulera (*Averrhoa bilimbi*), lemo njusu (*Citrus hystrix*), kuni (*Curcuma longa*), pia lei (*Allium ascalonicum*), balintua (*Alpinia galanga*), Sikuri (*Kaempferia galanga*), goraka (*Zingiber officinale*), marisa jawa (*Piper nigrum*) dan cingke (*Syzygium aromaticum*).

Masyarakat Sulawesi juga memanfaatkan tumbuhan sebagai minuman seperti lontar. Terdapat dua jenis minuman tradisional lontar yaitu Ballo Te'ne yang merupakan minuman yang berasal dari buah tala' dan tidak melalui proses fermentasi. Minuman ini memiliki warna sama dengan air kelapa (bening), tidak memabukkan, dan memungkinkan dikonsumsi oleh anak-anak serta bermanfaat juga sebagai obat. Jenis kedua adalah Ballo Kacci', sebagai minuman asal lontaryang sudah mengalami proses fermentasi, selama beberapa hari di dalam wadah. Minuman ini memiliki kadar alkohol cukup tinggi. Buah lontar juga dapat dikonsumsi secara langsung atau diolah menjadi bahan campuran es buah (Arsyad 2015).

c Tumbuhan sebagai Bahan Ritual

Sebagian besar masyarakat adat yang bermukim di Sulawesi Tengah masih memiliki kepercayaan yang bersifat magis, yakni masyarakat masih melakukan ritual pengobatan, kematian, pernikahan, kelahiran, adat mendirikan rumah, dan syukuran. Dalam ritual tersebut, tumbuhan digunakan sebagai perlengkapan dalam prosesi ritual. Sebanyak 12 spesies tumbuhan diketahui biasa dimanfaatkan dalam ritual adat (Pitopang *et al.,* 2012), yang antara lain lombonug (*Ficus septica*), simpouja langkai (*Ixora javanica*), simpouja bengkel (*Mussaenda frondosa*), lugus (*Areca catechu*), dolo'e (*Piper betle*), dan bo'ung (*Oryza sativa*). Spesies-spesies tumbuhan seperti lemo susu (*Citrus hystrix*) dan nangga landa (*Annona muricata*) digunakan untuk ritual kematian, sementara spesies-spesies tumbuhan seperti niu (*Cocos nucifera*), pensa (*Musa x paradisiaca*) dan sinaguli (*Sida acuta*) digunakan dalam ritual perkawinan.

Pemanfaatan tumbuhan dalam upacara adat lainnya di Sulawesi Barat adalah dalam rangka pernikahan, tujuh bulanan, aqiqah, dan mendirikan rumah. Dalam rangkaian upacara adat pernikahan terdapat 18 spesies tumbuhan yang digunakan yaitu pisang *(Musa* x *paradisiaca*), kelapa (*Cocos nucifera*), tebu (*Saccharum officinarum*), beras ketan (*Oryza sativa*), pohon beringin (*Ficus benjamina*), pohon sagu (*Metroxylon sagu*), kunyit (*Curcuma longa*), pala (*Myristica fragrans*), sirih (*Piper betle*), daun pacar (*Lawsonia inermis*) bambu (*Bambusa sp*), Kapas (*Gossypium sp*), kemiri (*Aleurites moluccanus*), ekor tupai (*Asparagus densiflorus*), beras (*Oryza sativa*), ribu- ribu (*Lygodium flexuosum*), cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) dan andong(*Cordyline fruticosa*) (Nurdin dkk 2019).

Sedangkan dalam upacara adat tujuh bulanan digunakan cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) yang dimaksudkan supaya bayi tumbuh subur. Upacara adat aqiqah dilakukan sedini mungkin dari kelahiran anak antara di hari ke-7, ke-14, dan ke-21. Dalam upacara adat aqiqah ini, digunakan 18 spesies tumbuhan yaitu pisang (*Musa x paradisiaca*), kelapa (*Cocos nucifera*), tebu *(Saccharum officinarum*), beras ketan (*Oryza sativa*), pohon beringin (*Ficus benjamina)*, pohon sagu (*Metroxylon sagu*), kunyit (*Curcuma longa*), pala (*Myristica fragrans*), sirih (*Piper betle*), daun pacar (*Lawsonia inermis*), bambu, kapas, kemiri (*Aleurites moluccanus*), udalewu, beras (*Oryza sativa*) dan pinang (*Areca catechu*), andong (*Cordyline fruticosa*), ribu-ribu *(Lygodium flexuosum*) dan cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*). Sedangkan saat mendirikan rumah, terdapat 14 spesies tumbuhan yang digunakan yaitu pisang (*Musa x paradisiaca*), kelapa (*Cocos nucifera*), tebu (*Saccharum officinarum*), beras ketan (*Oryza sativa*), pohon beringin (*Ficus benjamina*), pohon sagu (*Metroxylon sagu*), bambu, kapas, tupai (*Asparagus densiflorus*), beras (*Oryza sativa*) pinang (*Areca catechu*), andong (*Cordyline fruticosa*), kacang ijo (*Vigna radiata*), ribu-ribu (*Lygodium flexuosum*) dan cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) (Zamad & Alfia (2017).

d Pemanfaatan Tumbuhan Lainnya

Pemanfaatan lain dari tumbuhan atau tanaman oleh suku suku di Sulawesi adalah untuk kerajinan tangan, perkakas, bahan bakar, dan berburu. Spesies-spesies tumbuhan yang digunakan untuk kerajinan antara lain tamalang (bambu) dan polias (*Coix lacryma-jobi*). Spesies tumbuhan yang digunakan sebagai bahan pembuat alat musik gambus lombori adalah songkalan (*Alstonia scholaris*), sedangkan pandan (*Pandanus tectorius*) digunakan untuk membuat tikar, daun niu digunakan sebagai bahan pembuat sapu, dodas (kayu hitam) sebagai bahan pembuatan gagang parang, dan digunakan pada ujung sumpit sebagai alat untuk berburu (Pitopang & Ramwawangsa, 2016).

Spesies tumbuhan yang digunakan sebagai perkakas antara lain bambu untuk tempat minum, pulai sebagai bahan pembuat sendok nasi. Sedangkan sebagai bahan bakar digunakan antara lain mangga, ketapang, kelapa, dan kayu jawa. Dalam memangkap ikan di sungai masyarakat menggunakan akar tumbuhan tuba (*Derris elliptica*). Pemanfaatan lainnya adalah sebagai bahan dasar pembuatan pagar, kurungan ayam, baki ayam, bubu ikan, dinding, dan alat penjemur ikan (Gambar 6.9). Tiga spesies bambu yang paling banyak dimanfaatkan adalah *Gigantochloa atter, Schizostachyum brachycladum, dan Bambusa vulgaris* (Jannah dkk 2019).



Gambar 6.9
Bambu dapat dimanfaatkan sebagai a). kurungan ayam, b).dinding, c). baki ayam, d). rebung, e). alat pengering ikan, f) bubu ikan (alat penangkap ikan), dan g). lemang (Sumber: Jannah, dkk 2019)

Lontar

Sehubungan dengan tanaman lontar, lontarak mengacu pada daun yang ditulisi teks-teks berupa aksara Sulawesi Selatan, yaitu yang paling awal berasal dari aksara India yang mendahului ortografi Arab dan Latin di kepulauan Asia Tenggara (Mattluada, 1982). Teks-teks tersebut diukir pada potongan daun palem yang dijahit menjadi pita, dan dililitkan pada dua gulungan kayu untuk dibaca. Teks Bugis dan Makassar disebut lontarak sesuai dengan jenis tumbuhan yang dipakai. Lontarak telah disalin berulang kali dengan atau tanpa perubahan yang disengaja. Catatan sejarah Sulawesi dimulai pada abad ke-14 (masa lontara). Sebelumnya, cerita mitologi yang disampaikan secara lisan merupakan satu-satunya sumber informasi sejarah. Beberapa di antaranya kemudian ditulis dan dijadikan kumpulan I La Galigo yang terkenal (Mattulada, 1982). Ada beberapa macam lontara (naskah) Bugis Makassar yang disebut lontara attoriolong oleh orang Bugis dan lontara patturioloang oleh orang Makassar. Lontara inilah yang menceritakan tentang silsilah raja-raja kerajaan yang dimulai sejak datangnya Tomanurung. Dilihat dari isinya, naskah lontara di Sulawesi Selatan dapat dibedakan menjadi Lontara Patturiolong, Lontara Ade dan Tolo, mengenai adat istiadat budaya lama dan kisah kepahlawanan ; Lontara Pabbura, mengenai obat dan cara pengobatan ; Lontara Bilang mengenai kejadian harian dan sejarah ; Lontara Laonruma / Pananrang, mengenai tatacara bercocok tanaman ; Pasppaseng mengenai nasihat dan wasiat ; dan Kutika, mengenai astrologi dan ilmu tradisional lainnya (Muhaeminah, 2009)

6.3.2. Pengetahuan Masyarakat tentang Pemanfaatan Hewan

a Hewan sebagai Makanan

Masyarakat di Sulawesi Utara percaya bahwa saat hari libur atau acara khusus lainnya seperti ulang tahun atau pernikahan, mereka harus menyajikan beberapa jenis "daging unik" untuk memeriahkan suasana. Konsumsi kelelawar yang dikenal dengan nama paniki, telah menjadi budaya masyarakat Sulawesi Utara yang sudah tercatat sejak tahun 1970an (Shehezarade & Tsang (2015) dan kini pun telah tersedia di beberapa supermarket modern di Manado (Shehezarade & Tsang 2015).

Tingginya tingkat konsumsi pada makanan "daging unik" telah pula menyentuh hewan domestik piaraan non ternak seperti anjing, selain hewan hutan, terutama babi hutan, ular, monyet, kelelawar, dan tikus besardari menu harian keluarga (Weichart 2004). Menurut Weichart (2004), dalam mitos dan kosmologi orang Minahasa, babi merupakan tokoh penting dan bernilai tinggi, sehingga disajikan dalam tiap acara istimewa.

b Hewan sebagai Penanda

Masyarakat suku Bada yang mendiami wilayah Lore Lindu, Poso, Sulawesi Tengah,memelihara hubungan yang kuat dengan alam, dan memandang hewan sebagai simbol peristiwa dan kejadian alam. Mereka percaya bahwa hewan dapat menandakan dan mengkomunikasikan pesan yang berkaitan dengan lingkungan dan alam. Tanduk dan kepala kerbau merupakan hiasan pada rumah bangsawan (Tuana), begitu juga dengan pakaian adat para bangsawan selalu menggunakan motif kerbau, sedangkan pakaian adat diluar kaum bangsawan (kabilaha, tuana maroa, dan hawi) tidak

bermotif hanya berwarna polos. Kerbau pada arsitektur rumah dan pakaian mencerminkan status sosial dan identitas seseorang atau keluargamelambangkan kekuasaan, kekayaan, sumber kehidupan, pemerintahan dan kemuliaan.

Beberapa spesies burung mempunyai arti penting bagi masyarakat Bada. Burung Julang Sulawesi (*Rhyticeros cassidix*) dipercaya merupakan penanda keberuntungan. Mereka percaya bahwa keberuntungan akan diperoleh ketika berburu di hutan bertemu dengan burung ini Sedangkan kehadiran spesies burung yang diyakini sebagai pertanda buruk atau kesusahan, kematian, dan bahaya adalah gagak hutan (*Corvus enca*), Tuwur Sulawesi (*Eudynamys melanorhynchus*), papalo/gagak sulawesi (*Corvus typicus*), burung cekakak sungai (*Todirhampus chloris*), alap-alap sapi (*Falco moluccensis*), bondol taruk (*Lonchura molucca*), dan rangkok sulawesi (*Cuculus crassirostris*). Suara dari burung-burung tersebut dianggap sebagai pertanda alam bahwa sesuatu yang buruk akan terjadi. Misal, proses pembangunan dan pembukaan lahan akan dihentikan, apabila terdengar suara burung papalo (*C. typicus*). Selain itu, masyarakat Suku Bada percaya bahwa burung rangkok Sulawesi merupakan jelmaan seorang gadis yang ditelantarkan oleh orang tuanya. Suara dari burung rangkok sulawesi dianggap sebagai pertanda akan adanya kejadian yang tidak menguntungkan. Seorang bangsawan atau tokoh masyarakat yang akan meninggal dunia ditandai oleh bunyi burung rangkok Sulawesi, sedangkan suara burung gagak hutan, cekakak sungai, rangkok Sulawesi menandakan kematian masyarakat biasa.

Hewan yang dipercaya dapat mengusir roh jahat adalah angsa pengericau (*Cygnus cygnus*). Masyarakat Bada juga memelihara burung perkutut (*Columba livia*) dan merpati tutul, tekukur (*Spilopelia chinensis*) karena dipercaya dapat mengusir roh jahat dan mendatangkan keberuntungan. Tanda bahwa telah terjadi pelanggaran moral seperti perzinahan dipercaya dengan adanya suara burung hantu Sulawesi (*Otus manadensis*) atau burung hantu elang coklat (*Ninox scutulata*). Burung kuntul besar (*Egretta alba*) dan kuntul kecil (*E. garzetta*) dapat digunakan sebagai arah kompas, pada pagi hari terbang ke barat dan sore hari terbang ke timur. Jika seseorang pergi ke hutan dan bertemu dengan kera seperti kera Tonkean (*Macaca tonkeana*), maka perjalanannya harus dihentikan, karena dianggap sebagai pertanda buruk. Melololngnya anjing (*Canis sukuaris*) pada malam hari dianggap sebagai pertanda kehadiran makhluk halus, sedangkan kehadiran tikus hitam (*Rattus rattus*) dipercaya mewakili kehadiran arwah keluarga yang telah meninggal.

c Hewan dalam Upacara Ritual

Ritual Ma'nene' (peringatan mengenang arwah leluhur) merupakan salah satu tradisi yang dimiliki dan masih dipertahankan oleh masyarakat Toraja khususnya Toraja Utara. Dalam ritual tersebut, mayat yang berusia puluhan bahkan ratusan tahun yang lalu dikeluarkan dari dalam liang kubur untuk dibersihkan dan diganti pakaiannya (Parrang, 2020).

Untuk membuka kuburan (liang/ patane), berbagai persyaratan harus dilakukan, salah satunya keluarga leluhur harus mengorbankan setidaknya seekor hewan. Rokok, snack, ubi parut, minuman, ayam, babi ataupun kerbau merupakan sesajian dalam ritual Ma'nene' sebagai bentuk rasa kecintaan dan kepedulian masyarakat terhadap leluhur. Tahapan dalam ritual Ma'nene' adalah memperingati para arwah leluhur dan mensyukuri berkat yang diberikan kepada keturunan mereka yang masih hidup. Prosesi dilakukan dengan menyembelih hewan kurban; mengganti pembungkus mayat, pakaian mayat dan memperbaiki pintu liang yang rusak; atau memindahkan mayat bila ada yang perlu dipindahkan; dan Ma'tori', yaitu pembuatan liang baru.

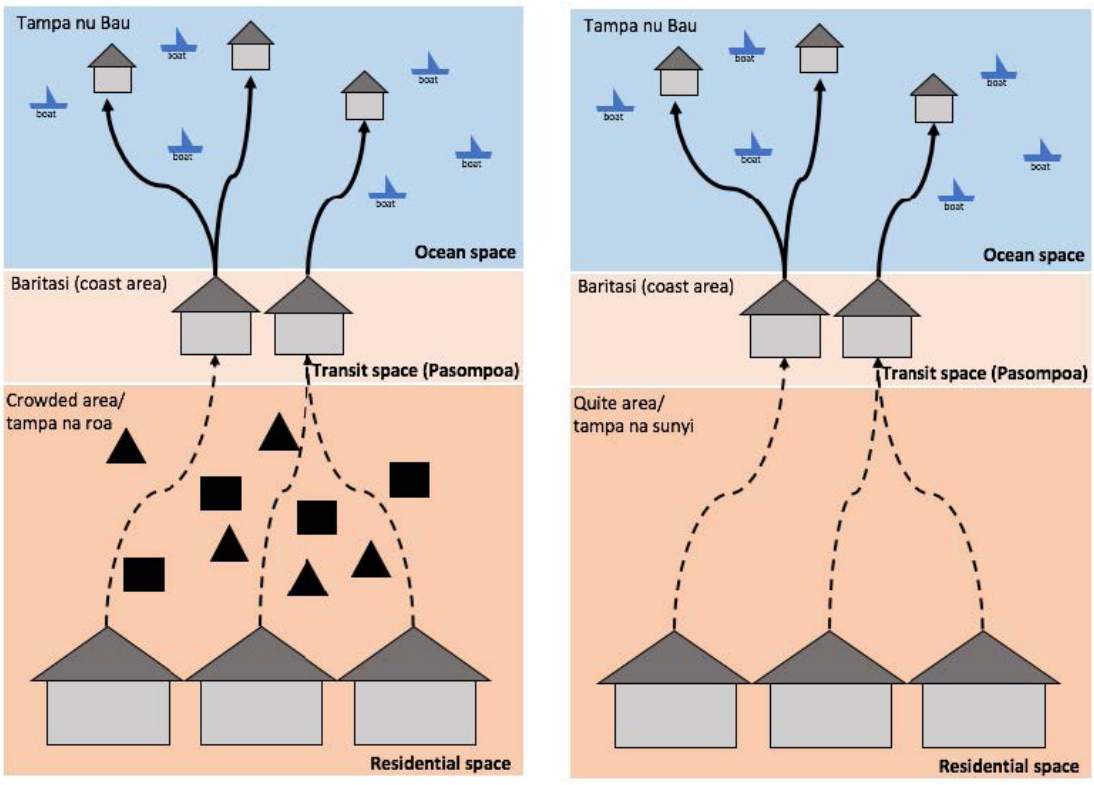
Terdapat enam spesies dan satu subspesies satwa yang biasa digunakan dalam ritual adat yang diyakini memiliki nilai magis. Hewan-hewan tersebut adalah ikan gudgeon tenggorokan-tulang belakang (*Belobranchus belobranchus*), kerbau (*Bubalus bubalis*), sapi (*Bos taurus*), babi (*Sus celebensis*), ayam hutan merah (*G. gallus*), ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*), dan kuda (*Equus caballus*). Bagian-bagian hewan yang digunakan dalam ritual tersebut adalah kepala, tanduk, darah, bulu, daging, bulu ekor, dan seluruh tubuh (Yuniati, *et al.,* 2020). Ayam kampung merupakan salah satu hewan yang banyak dipakai masyarakat suku Bada dalam acara-acara ritual, mulai dari telur, darah, hingga bulunya. Untuk persembahan menggunakan telur ayam disajikan dalam jumlah ganjil. Dalam perkawinan adat, bulu ayam hutan merah digunakan sebagai hiasan kepala (Hiora) yang melambangkan keagungan.

6.3.3.
Kearifan Lokal dalam Hal Konservasi Satwa

Adanya kepercayaan tradisional di masyakarat terhadap satwa dan pemanfaatannya dalam konteks magis dan ritual dapat digunakan sebagai dasar untuk mendorong konservasi hewan setempat. Satwa yang diyakini memiliki kekuatan magis tidak boleh diburu tetapi boleh dimakan. Selain itu, penggunaan satwa dalam ritual tidak boleh berlebihan. Jika terjadi pelanggaran, maka pelanggarnya akan dikenakan denda yang dilakukan oleg dewan adat Yuniati *et al.,* (2020). Budaya mapalus merupakan bentuk gotong royong atau tolong-menolong yang berkembang di masyarakat Minahasa. Dalam konteks ini, mapalus merupakan model kerja bersama antara beberapa keluarga, kelompok-kelompok, dan kelompok kerja di berbagai kelurahan yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam berbagai kegiatan, seperti pertanian, keagamaan, sosial, dan pemberdayaan lingkungan. Melalui mapalus, masyarakat dapat saling membantu, bekerja sama, dan berbagi sumber daya untuk meningkatkan kesejahteraan bersama. Mapalus juga menjadi wadah bagi masyarakat untuk mengurangi beban, meringankan biaya, serta membantu dan menolong sesama anggota masyarakat yang memerlukan bantuan (Turang *et al.,* 2012).

6.3.4.
Pengetahuan Lokal Masyarakat Berkaitan dengan Konservasi Laut

Suku Kaili merupakan salah satu suku di provinsi Sulawesi Tengah dengan salah satu kearifan lokalnya adalah "Tampa nu Bau" (" ruang yang terletak di tengah laut") yang berfungsi sebagai ruang transit para nelayan ketika menangkap ikan atau saat ada gelombang besar yang akan membahayakn nelayan. Kearifan lokal ini merupakan struktur ruang yang terbentuk atas kepercayaan yang diwariskan secara turun temurun. Tempat pengungsian dibangun dengan menggunakan bambu. Biasanya nelayan menandai dari tempat transit dengan memasang pelampung yang terbuat dari bambu (Gambar 6.10; Bakri *et al.,* 2020),



Gambar 6.10
Wujud Tampa nu Bau dalam proses pergerakan nelayan di Teluk Palu (Sumber: Bajrie *et al* 2020).

Suku Bajo juga memiliki kearifan lokal untuk menjaga kelestarian laut. Sebagai suku yang mendiami perairan Selat Makassar bagian timur, pesisir timur Kalimantan, Pulau Alor, Kepulauan Banggai, Kepulauan Togian di Teluk Tomini, Kepulauan Bacan, dan Kepulauan Sulu (Supriyono *et al.,* 2020), suku Bajo dikenal sebagai pengembara laut yang sangat tangguh. Filosofi tentang kesucian laut yang dimiliki Suku Bajo berbunyi "*Papu manak ita lino panggang isi-isina, kitanaja manusia mamikira bhatingga kolekna mangelolana*" (Tuhan telah menganugerahkan dunia ini dengan segala isinya, manusia memikirkan cara memperoleh dan memanfaatkannya).

Salah satu kearifan lokal yang dimiliki mereka adalah ikut menanam mangrove di wilayah pesisir, seperti di Sinjai Timur, Sulawesi Selatan. Selain itu, kegiatan penangkapan ikan atau perolehan sumber daya hayati laut lainnya ditentukan oleh waktu, peralatan yang digunakan, dan wilayah tempat kegiatan penangkapan ikan tersebut berada. Misalnya pada bulan Januari hingga Maret, nelayan Bajo biasanya menyelam untuk mengambil teripang; pada bulan Juli dan Agustus mengambil kerang; pada bulan September sampai Desember ada yang memancing dan ada pula yang menangkap ikan dengan jaring.

Suku Bajo juga mempunyai tradisi mamia kadialo (melaut) yang didalamnya terdapat pantangan yang tidak boleh dilakukan oleh keluarga yang ditinggalkan atau yang sedang melaut. Beberapa pantangannya adalah tidak boleh membuang ke air cucian teripang, arang kayu atau abu dapur, puntung dan abu rokok, air cabai, jahe, dan air jeruk ke perairan laut. Suku Bajo juga dilarang makan daging penyu yang dipercayai akan mendatangkan bencana, badai, gangguan roh jahat, bahkan yang melaut pun tidak akan mendapat apa-apa. Tradisi Sistem Parika merupakan sistem kelembagaan pada masyarakat nelayan Suku Bajo yang berhbungan dengan konservasi, pembatasan penangkapan ikan, pemberian ruang bagi ikan untuk bertelur dan melahirkan tercakup dalam tradisi ini (Ihsan dkk 2020, Tabel 6.5).

Tabel 6.5 Peraturan suku Bajo ketika di laut (Sumber Ihsan dkk 2020).

Peraturan ketika bepergian ke laut	Arti
Daha kita paradimungki kadilai	Tidak boleh melakukan hal-hal aneh di laut
Daha aha, ruja-ruja kadilau	Tidak boleh meludah, cukup berbicara saja di laut
Daha kita cuci periuk kadilau	Tidak boleh mencuci panci di laut
Daha anusakita disapa	Tidak boleh mengeluarkan umpatan-umpatan aneh di laut

Sumber: Ihsan (2020)

Masyarakat Kaili, Sulawesi Tengah juga mempunyai kearifan lokal yang berhubungan dengan laut (Saleh, 2013). Kearifan lokal pertama yaitu mengenai alat penangkapan ikan yang dapat digunakan yaitu dengan teknologi sederhana seperti pukat atau jaring (Landa = bahasa Kaili) dan pancing (Peka=bahasa Kaili) atau Kipu (perangkap ikan). Spesies-spesies ikan yang dapat ditangkap dan dikonsumsi adalah sumi-sumi, karper, uru (ikan gabus, ikan kosa, ikan pajanggo (ikan lele), gurami, mujair, belut, ikan tawes. Sebaliknya, ikan yang tidak boleh ditangkap adalah ikan jenis masapi (sugili) karena diyakini sebagai ikan jadi-jadian, yang mempunyai panjang kira-kira 50 cm, besar dan beratnya melebihi sugili biasa. Masyarakat Kaili juga memberlakukan pantangan atau tabu menangkap ikan pada masa atau waktu tertentu yang disebut "*Masa Ombo*" yang berguna untuk menjaga eksistensi Danau Lindu. Ombo terdiri atas Ombo Ngiki, Ombo Suaka, dan Ombo Pemerintah. Pengaturan dan kontrol populasi ikan agar tetap stabil merupakan tujuan dari masa Ombo.

Ombo Ngiki merupakan pantangan menangkap ikan di danau desa. Waktu pelarangan berlangsung sampai tiga bulan, sekaligus untuk mengontrol populasi ikan di danau. Dalam pelarangan ini termasuk ikan mujair yang kecil tidak boleh ditangkap atau dijual, kalaupun terjaring harus dilepas

kembali ke danau, karena ikan mujair yang kecil dapat memakan jentik nyamuk malaria. Alat tangkap yang ramah lingkungan adalah landa (pukat/jaring) dengan ukuran empat jari yang bertujuan untuk menjaga habitat ikan, sehingga ikan yang lebih kecil dari ukuran empat jari yang terjaring akan dilepaskan kembali ke danau.

Kearifan kedua yaitu Ombo Suaka yang berlaku selama 40 hari. Aturan ini berlaku jika ada salah satu keluarga Madika (bangsawan dan keluarganya) yang meninggal dunia, hanya dibatasi wilayah penutupan lokasi penangkapan ikan, sesuai daerah atau tempat tinggal madika tersebut.a. Ombo pemerintah yaitu larangan dalam penangkapan ikan jika dianggap benar-benar berada dalam kondisi kerusakan yang sangat parah selama dua bulan. Dalam hal ini pemerintah dan warga masyarakat bersama-sama berupaya menjaga kerusakan perairan dengan tujuan pemulihan dan pemeliharaan. Denda atas pelanggaran Ombo adalah sebesar 10 dulam (piring adat), satu buah kain mbesa (kain adat), satu ekor sapi atau kerbau.

6.3.5. Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Hutan dan Sumber Daya

Kearifan dalam pengelolaan hutan dijumpai di masyarakat desa Kololio, Kepulauan Togean. Masyarakat memanfaatkan sumberdaya yang berada di dalam dan sekitar kawasan hutan untuk dijadikan perkebunan dengan mengusahakan tanaman antara lain rempah-rempah, kelapa, sagu dan berbagai spesies tanaman perkebunan lain. Masyarakat tetap dapat mempunyai akses untuk dapat memanfaatkan sumber daya hutan, dengan syarat pemanfaatan terbatas pada pengambilan sumberdaya yang sudah tersedia dengan tidak merubah lahan menjadi kebun milik pribadi.

Masyarakat Desa Kololio membagi hutan menjadi hutan pangale yang merupakan kawasan hutan yang berada pada wilayah perbukitan. Hutan ini dilindungi, pengambilan sumber daya kayu tidak diperbolehkan karena adanya unsur tabu dan kepercayaan atas keberadaan roh nenek moyang. Jenis hutan kedua yaitu hutan yopo dan navu, hutan jenis ini sumber dayanya dapat dimanfaatkan, baik sumberdaya jenis kayu maupun sumberdaya jenis tanaman hasil perkebunan. Hutan jenis yopo dan navu diklasifikasikan ke dalam kawasan hutan produksi dan zona penyangga serta zona rimba. Pembagian kawasan ini sudah dilakukan sejak dulu dan turun temurun. Kearifan lokal lainnya adalah dalam hal pemanfaatan hasil sagu, di mana pohon sagu yang berada dalam kawasan hutan tidak dikuasai secara individu melainkan secara bersama-sama oleh masyarakat. Pemanenan sagu didasari aturan perhitungan 3:1 yaitu sagu yang telah dipanen dalam bentuk tumang (wadah penyimpanan sagu) artinya 1 tumang untuk masyarakat yang disimpan pada kas desa dan 3 tumang menjadi hak pengambil/pemanen sagu.

Masyarakat Buton juga mengenal pengelolaan sumberdaya alam berdasarkan sistem adat yang dikenal dengan kaombo (Mardan & Ramadhan 2022). Pengertian kaombo dalam pemanfaatan hutan adalah sesuatu yang dalam pemahaman masyarakat adalah suatu tempat yang dilindungi, yang dianggap keramat. Hutan kaombo ada yang bersifat hutan dilindungi tidak boleh diolah oleh siapapun perorangan kecuali untuk kepentingan umum misalnya untuk pembangunan baruga dan masjid. Aturan-aturan adat dalam menguasai atau memanfaatkan tanah, sumber daya alam yang ada di desa dipegang oleh masyarakat Buton Selatan. Tidak hanya mengatur tentang sumber daya berbasis kawasan, kaombo juga mengatur sumberdaya berdasarkan spesies yang memiliki fungsi ekologi, sosial, serta ekonomi, dan bersifat mutlak. Pengelolaan lahan pertanian tidak sendiri-sendiri, melainkan secara kolektif. Masyarakat pertama kali akan melakukan musyawarah (Patoroano Dalapa) untuk menentukan lokasi mana yang akan diolah tahun ini juga dalam hal pemanfaatan lahan oleh pihak di luar komunitas mereka.. Dalam hal hak penguasaan tanah oleh perseorangan dibagi menjadi penguasaan tanah untuk mendirikan rumah, tanah pertanian, dan tanah perkebunan. Pada tanah untuk mendirikan rumah, hak pakai warga masyarakat terletak pada bangunan rumahnya, bukan pada tanahnya. Dalam hal ini, masyarakat berhak membangun rumah dalam jangka waktu tak terbatas dengan tetap memperhatikan aturan-aturan adat yang ada.

6.4 KONFLIK MANUSIA DAN SATWA LIAR

6.4.1. Karakteristik Konflik Manusia dan Satwa Liar

Konflik manusia dan satwa (KMS) merupakan fenomena global yang dapat ditemui di sebagian besar belahan dunia (Torres *et al.,* 2018). Konflik manusia dan satwa liar juga dapat terjadi baik di wilayah pedesaan maupun perkotaan (Coccon & Fano, 2020; Dudzińska & Dawidowicz, 2021). Berbagai bentuk kerugian harus ditanggung oleh masyarakat yang hidup di desa maupun perkotaan seperti rasa takut, kehilangan hasil tanaman, kematian hewan ternak, rusaknya harta benda, hingga terluka atau meninggal akibat diserang satwa liar (Snijders *et al.,* 2019). Karakteristik dari KMS memiliki keragaman yang sangat luas di berbagai belahan dunia dan berkaitan erat dengan satwa liar dan pola pertanian atau peternakan yang ada di setiap wilayah. Tiga kelompok taksa yaitu mamalia, burung dan reptilia tercatat sering terlibat dalam konflik dengan manusia, dimana 73% di antaranya merupakan satwa mamalia (Torres *et al.,* 2018). Beberapa kelompok mamalia yang sering mengalami konflik dengan manusia adalah karnivora, gajah, primata, dan ungulata. Sementara itu, jenis-jenis konflik yang sering muncul adalah penjarahan tanaman, pemangsaan hewan ternak, dan serangan terhadap manusia.

Karakteristik konflik manusia dan satwa liar juga dapat dibedakan berdasarkan tingkatan konflik yang telah terjad (Zimmermann *et al.,* 2020). Tingkat pertama merupakan perselisihan antara manusia dan satwa. Tingkat ini melibatkan perebutan sumber daya atau keamanan, seperti kerusakan pada tanaman, ternak, atau properti. Pada tingkatan ini, sebagian besar upaya mitigasi KMS berfokus pada solusi praktis. Tingkat kedua merupakan konflik yang mengakar, dimana kejadian-kejadian pada tingkat pertama terus berlanjut sehingga menimbulkan konteks historis mengenai upaya yang tidak memuaskan untuk mengatasi insiden-insiden sebelumnya. Konflik yang terus berulang ini menciptakan ekspektasi, persepsi, dan kebencian, yang berujung pada konflik yang lebih dalam. Tingkat ketiga merupakan konflik berbasis identitas sosial, terjadi ketika konflik yang mulai mengakar diikuti oleh konflik sosio-politik yang lebih luas, sehingga menjadikan konflik menyentuh nilai-nilai dan identitas komunal, bukan sekadar konflik terhadap satwa liar.

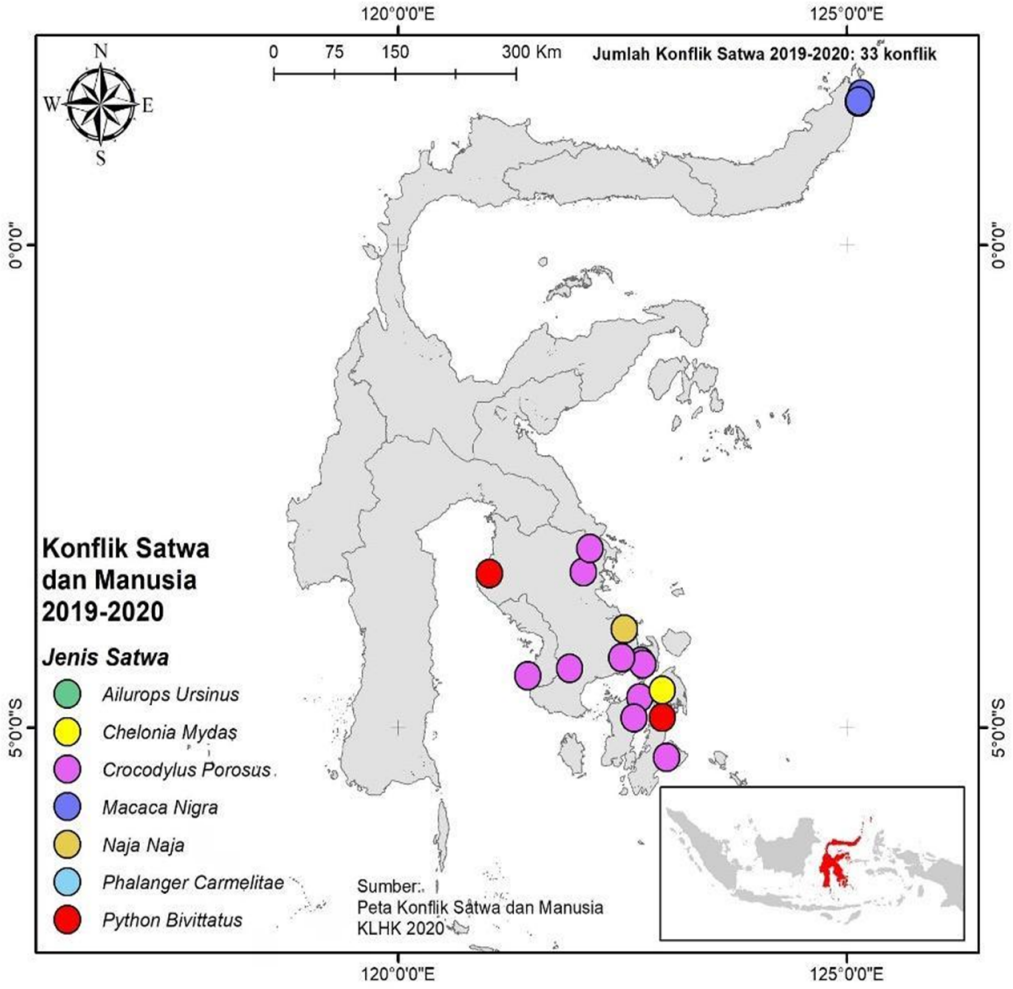
Konflik antara manusia dan satwa liar tidak bisa hanya dipandang sebagai permasalahan sosial masyarakat dan konservasi satwa liar belaka. Pengelolaan konflik manusia dan satwa harus juga memperhatikan faktor-faktor budaya, ekonomi dan kesehataan (White & Ward, 2010). Faktor agama dan kepercayaan masyarakat juga berperan penting dalam membangun toleransi yang dimiliki oleh masyarakat terhadap satwa yang terlibat konflik (Jones *et al.,* 2008; McKay *et al.,* 2018). Usaha penyelesaian konflik manusia dan satwa liar juga harus melibatkan berbagai pemangku kepentingan seperti masyarakat petani, institusi konservasi, Lembaga swadaya masyarakat, serta pemerintah lokal dan pusat. Pendekatan interdisipliner yang melibatkan ahli-ahli di bidang biologi, antropologi, psikologi, dan ekonomi merupakan keniscayaan untuk menemukan strategi mitigasi konflik yang efektif (Dickman, 2010).

Belum diperoleh catatan lengkap mengenai peta konflik di Sulawesi (Gambar 6.11). Berdasarkan Peta Konflik Satwa dan Manusia KLHK, selama 2019 sampai dengan 2020 dilaporkan telah terjadi beberapa kasus konflik dengan satwa (Tabel 6.6). Konflik yang termasuk berat adalah dengan buaya muara (*Crocodylus porosus*) yang mencapai 11 kasus, selain dengan monyet hitam Sulawesi (*Macaca nigra*), dengan 12. Selebihnya adalah konflik yang bersifat insidentil dan tidak dalam kategori membahayakan manusia.

Tabel 6.6 Konflik Satwa dan Manusia 2019 – 2020 (Sumber : Peta Konflik Satwa dan Manusia KLHK 2020).

Satwa	Nama Latin	Jumlah Kasus	Perkiraan Kerugian (Rp.)
Kuskus beruang	*Ailurops ursinus*	2	-
Penyu hijau	*Chelonia mydas*	1	200.000
Buaya muara	*Crocodylus porosus*	11	72.250.000
Monyet hitam sulawesi	*Macaca nigra*	12	7.350.000
Kobra	*Naja* sp	1	200.000
Kuskus gunung	*Phalanger carmelitae*	1	38.750.000
Sanca bodo	*Python bivittatus*	1	-

Sumber: Ihsan HL, 2020



Gambar 6.11
Peta Konflik Satwa dan Manusia 2019 – 2020
(Sumber : Peta Konflik Satwa dan Manusia KLHK 2020).

6.4.2.
Konflik Manusia dan Monyet

Pulau Sulawesi dihuni oleh tujuh spesies makaka yang endemik di pulau ini yaitu: *Macaca maura* di Sulawesi Selatan, *Macaca tonkeana* di Sulawesi Tengah, *Macaca hecki* di Sulawesi Tengah dan Utara, *Macaca nigrescens* dekat Gorontalo-Kotamobagu, *Macaca nigra* di Sulawesi Utara, *Macaca ochreata* di Sulawesi Tenggara, dan *Macaca brunnescens* di Pulau Muna dan Buton (Abegg & Thierry, 2002; Gambar 6.12).



Gambar 6.12
Lokasi umum dari tujuh spesies makaka di Sulawesi (Sumber: Froehlich *et al.,* 2003).

Selain tujuh spesies monyet, di pulau-pulau kecil di sekitar Sulawesi juga ditemukan populasi monyet ekor panjang (*M. fascicularis*) (Froehlich *et al.,* 2003; Nasri *et al.,* 2023). Keberadaan monyet ekor panjang di Pulau Kabaena, Kalao dan Bonerate diperkirakan hasil introduksi manusia karena hasil analisis genetik menunjukkan kemiripan dengan monyet ekor panjang di Lombok dan Bali. Hal ini menimbulkan kekhawatiran akan terjadinya introduksi monyet ekor panjang ke daratan utama Sulawesi dan konfliknya dengan manusia. Penemuan monyet ekor panjang yang berasal dari Pulau Kabaena sebagai hewan peliharaan di Kota Kendari mengkonfirmasi ancaman tersebut (Froehlich *et al.,* 2003).

Kerugian ekonomi yang dialami oleh masyarakat sangat berhubungan dengan kerusakan tanaman yang dibudidayakan oleh masyarakat dan disukai monyet. Sebagai contoh, monyet Buton telah beradaptasi akibat kehilangan habitat mereka dengan menggunakan berbagai habitat yang terganggu, termasuk lahan pertanian. Ini menyebabkan monyet Buton sering dianggap sebagai perusak tanaman dan menyebabkan kerugian hingga 70% pada beberapa petani yang mengandalkan pertanian untuk hidupnya sebagai *cash crop* (Hardwick *et al.,* 2017).

Konflik antara manusia dan monyet terjadi akibat perebutan

sumber daya baik di perkebunan maupun hasil hutan. Riley & Fuentes (2011) melaporkan bahwa selain menyerang tanaman kakao di perkebunan, *M. tonkeana* juga berebut beberapa hasil hutan dengan manusia terutama *Arenga pinnata*. Pendekatan interdisipliner yang melibatkan bidang ilmu ekologi dan etnografi sangatlah penting agar faktor-faktor yang mempengaruhi konflik dan kondisi nyata dari konflik dapat diungkap serta rekomendasi mitigasi yang tepat dapat diambil (Riley & Priston, 2010).

6.4.3. Konflik Manusia dan Reptil

Tiga kelompok reptil yang sering terlibat konflik di Sulawesi adalah buaya, ular piton dan biawak. Selama periode tahun 2015 hingga 2021 tercatat ada enam kasus konflik manusia dan biawak di Sulawesi Selatan, Sulawesi Baratd dan Gorontalo, dengan kemunculan biawak di permukiman masyarakat yang memangsa hewan peliharaan yang umumnya unggas. Konflik yang menimbulkan banyak fatalitas di pihak manusia lebih terjadi antara manusia dengan buaya (Tabel 6.7), dengan distribusi kejadian tertinggi di tiga provinsi.

Tabel 6.7 Jumlah serangan buaya dari tahun 2010-2019 di tiap Provinsi di Pulau Sulawesi (modifikasi dari Ardiantiono *et al.,* 2023).

Provinsi	2019 kepadatan (orang/km^2)*	Luas (km^2)	Fatal	Non-fatal	Total
Sulawesi Tenggara	71	38.067,7	6	11	17
Sulawesi Tengah	49	61.841,29	7	7	14
Sulawesi Selatan	189	46.717,48	8	2	10
Sulawesi Barat	82	16.787,18	3	2	5
Sulawesi Utara	181	13.892,47		3	3
Gorontalo	107	11.257,07		1	1

6.4.4. Mitigasi Konflik Manusia dan Satwa Liar

Secara regulasi, Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P. 48/Menhut-II/2008 memberikan panduan bagi penanganan konflik antara manusia dan satwa liar. Prinsip utama yang ditekankan dalam peraturan ini adalah kesetaraan antara manusia dan satwa liar, dengan solusi yang mengurangi risiko kerugian bagi manusia sejalan dengan kelestarian satwa liar. Pertimbangan lokasi juga menjadi penting, mengakui bahwa konflik seringkali dipicu oleh kerusakan habitat akibat aktivitas manusia. Selain itu penanganan konflik harus memperhitungkan faktor khusus di setiap wilayah, dengan solusi yang bervariasi. Skala lanskap perlu diperhatikan, terutama untuk satwa liar dengan daerah jelajah luas. Kompleksitas penanganan diakui sebagai proses yang memerlukan pendekatan komprehensif yang mengintegrasikan berbagai solusi dengan keterlibatan berbagai pihak terkait, termasuk pelaku usaha dan pengguna lahan besar. Pada peraturan ini prosedur penanggulangan konflik dan skema kompensasi bagi korban juga telah diatur, dengan penekanan pada penindakan potensi tindak pidana sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.

Peraturan yang sudah ditetapkan memang masih memerlukan sosialisasi berkelanjutan mengingat konflik cenderung semakin meluas dan masuk ke pedalaman dimana akses pemahaman regulasi belum tentu sampai. Tindakan pro-aktif dari aparat lembaga terkait kadang juga sangat jarang terlihat. Hal ini sering terpojokan dengan situasi seolah masyarakat yang kurang memiliki pengetahuan tentang regulasi dan peran penting satwa liar secara ekologis yang cenderung memilih penyelesaian

masalah KMS dengan cara yang menurut mereka mudah dan cepat. Berbagai cara seperti memasang jerat, jebakan, memberi umpan beracun, penggunaan senjata api atau panah, hingga perburuan satwa liar dilakukan masyarakat dengan tujuan memusnahkan satwa yang mereka anggap berkonflik. Berbagai upaya pencegahan agar satwa tidak memasuki kawasan pertanian, perkebunan atau permukiman sebetulnya masih bisa ditempuh oleh masyarakat. Peran para pemangku mulai dari aparat terkait di lapang, Lembaga Swadaya masyarakat sangat penting karena KMS merupakan sebuah permasalahan yang komplek dan mencakup berbagai segi kehidupan, sehingga tidak ada penyelesaian secara generik yang bisa diterapkan untuk masing masing kasus yang terjadi. Terdapat kelompok masyarakat yang mengalami kerugian besar sehingga menyebabkan kesulitan secara ekonomi namun memberi toleransi terhadap satwa liar, sementara kelompok masyarakat di tempat lain menolak keberadaan spesies tertentu meskipun dampak ekonominya cukup rendah (Zimmermann *et al.,* 2020).

Pendekatan interdisiplin akhirnya diperlukan. Sebagai contoh Program Konservasi Selamatkan Yaki menggabungkan pendidikan, pembangunan kapasitas, dan konservasi berbasis masyarakat melalui strategi holistik. Beberapa pencapaian kunci termasuk adopsi nasional Rencana Aksi Spesies, pembangunan kapasitas pemandu lokal dan Forum Konservasi Hutan, kegiatan pendidikan yang luas, termasuk memulai pengembangan kurikulum konservasi provinsi dan memberdayakan duta Yaki lokal untuk menyebarkan norma sosial yang lebih berkelanjutan di seluruh komunitas di provinsi. Pendekatan penghidupan yang berkelanjutan untuk mengurangi tekanan pada hutan pun dilakukan dan menghasilkan manfaat bagi masyarakat, dan strategi mitigasi perdagangan satwa liar yang komprehensif yang melibatkan adopsi banyak kegiatan kolaboratif untuk mengurangi perburuan, perdagangan, dan konsumsi daging liar ilegal (Hilser, 2023).

6.5 POTENSI PENYEBARAN PENYAKIT DARI SATWA LIAR DAN TANTANGAN BAGI KESEHATAN MASYARAKAT

6.5.1. Sulawesi Sebagai Situs Penting Perdagangan Satwa Liar di Indonesia

Sulawesi sebagai salah satu pulau berdioversitas tinggi juga dikenal sebagai salah satu 'hotspot' potensial zoonosis dan penyakit menular baru (*Emerging Infectious Disease*/ EID), karena masyarakat banyak berinteraksi erat dengan satwa liar sebagai bagian dari kebiasaan turun-temurun mereka. Konsumsi daging satwa liar merupakan aktivitas umum di kalangan masyarakat Sulawesi, yang berpotensi menjadi faktor risiko tumpahan (*spillover*) penyakit satwa liar ke manusia. Inilah salah satu alasan mengapa beberapa kabupaten di Sulawesi dipakai sebagai percontohan potensial untuk riset dan program pencegahan dan pengendalian penyakit infeksi baru atau potensi zoonosis dari satwa liar.

6.5.2. Zoonosis dan Faktor Pemicu Kemunculannya

Menurut WHO, zoonosis didefinisikan sebagai penyakit infeksi yang ditransmisikan secara alami dari hewan vertebrata ke manusia. Dalam hal ini, hewan vertebrata, yaitu hewan yang memiliki tulang belakang seperti amfibi, reptile, burung dan mamalia; memiliki peranan penting dalam penyebaran penyebab penyakit infeksi tersebut. Penyebaran zoonosis dapat dapat dipicu oleh beberapa hal, salah satunya adalah terjadi karena adanya interaksi di antara hewan dan manusia. Hal ini dapat melalui beberapa cara yaitu pertama melalui kontak langsung melalui saliva, darah, feses, urine maupun cairan tubuh yang lain. Termasuk pula melalui gigitan maupun sentuhan langsung. Kedua kontak tidak langsung, yaitu kontak dengan area atau benda yang terkontaminasi organisme pathogen tersebut, seperti kendang, tempat makan, tanah. Selanjutnya ialah melalui vector-borne (gigitan serangga yang membawa pathogen), food-borne dan water borne (melalui sumber pangan maupun air yang terkontaminasi) (Lin, 2015). Interaksi manusia dengan satwa liar saat ini juga makin meningkat. Berbagai penyakit baru yang muncul ternyata dikontribusikan oleh aktivitas yang dilakukan manusia itu sendiri terhadap alam, terutama perambahan ke kawasan liar seperti hutan dan perubahan dalam demografi manusia, yang berakibat pada ekspansi satwa liar ke populasi manusia. (Daszak *et al.,* 2001)

Ketersediaan data tentang zoonosis di Sulawesi hampir tidak ada. Hal ini lebih dikarenakan mekanisme tabulasi data lintas lapang masih belum terbangun dengan baik.

6.5.3. Satwa Liar dan *Hotspot Spillover* Zoonosis

Ada beberapa hal yang memicu kemunculan penyakit infeksi baru, di antaranya adalah 1) ledakan populasi dan perubahan lanskap kota yang cepat dibandingkan dengan benua lainnya, yang mendorong terjadinya migrasi dan urbanisasi, deforestasi untuk menciptakan daerah pemukiman. Hewan liar, dipaksa untuk bergerak lebih dekat ke kota dan berekspansi ke hewan ternak, hewan peliharaan dan populasi manusia. 2) Pertanian subsisten dan pasar hewan, termasuk didalamnya perburuan dan pemotongan daging dari satwa liar untuk sumber pangan, obat tradisional Cina yang pada akhirnya memicu perubahan ekosistem dan tingginya frekuensi interaksi manusia dan hewan liar. Perburuan

daging satwa liar adalah jalur yang jelas dan utama untuk penularan penyakit zoonosis yang merupakan kontributor utama untuk meningkatkan interaksi hewan-manusia. Selain itu, secara umum kemunculan penyakit infeksi baru dipicu oleh perubahan lahan, intensifikasi pertanian, perubahan industry makanan, perburuan hewan liar, kerentanan manusia terhadap infeksi, antimicrobial resistance, perang dan kelaparan dan lainnya (Keesing *et al.,* 2010).

Sementara itu, aktivitas manusia lainnya juga dapat memicu spillover patogen. Kemunculan virus Ebola dipicu oleh deforestasi dan pertambangan di sekitar episentrum outbreak, yang menyebabkan ekspansi kelelawar ke populasi manusia. SARS dan COVID-19 pun muncul diduga akibat ekploitasi satwa liar untuk konsumsi atau sebagai obat. Mengingat banyaknya aktivitas manusia yang berefek negatif terhadap keseimbangan alam tersebut sangat dimungkinkan akan ada penyakit infeksi baru yang akan muncul. Bahkan WHO sendiri pun telah mempersiapkan bagaimana penanggulangan penyakit baru di masa depan, yang disebut dengan "disease X", dimana obat dan vaksin belum tersedia dan karakter penyebab penyakitnya sendiri belum diketahui. Ada faktor dari virus itu sendiri, misalnya sudah mengalami mutasi dan rekombinasi dengan virus lainnya dan ada faktor pemicu yang didominasi oleh efek negatif dari aktivitas manusia. Pada banyak kasus, zoonosis timbul karena adanya tumpahan atau "spillover" dari populasi hewan reservoir ke populasi baru, yaitu manusia melalui kontak langsung. Contoh dari kasus ini adalah SARS-CoV, dimana pada awalnya diduga terjadi rekombinasi coronavirus dari kelelawar sebagai reservoir alami dengan coronavirus dari musang. Virus pada musang tersebut mengalami mutasi kembali dan dikarenakan adanya kontak langsung musang dengan populasi manusia yang pada akhirnya terjadilah spillover infection hingga transmisinya menjadi umum dari manusia ke manusia.

Kelelawar dan tikus merupakan contoh dua dari berbagai mamalia yang berperan sebagai reservoir alami yang membawa berbagai spesies mikroorganisme penyebab penyakit. Kelelawar dikenal menjadi hewan asal dari Ebola virus, Nipah virus, Hendra virus dan coronavirus sedangkan tikus merupakan reservoir alami bagi Seoul hantavirus, Lassa virus dan berbagai spesies pathogen lain dari golongan bakteri. Selain itu, monyet juga menjadi reservoir penyakit seperti *monkeypox* dan *yellow fever*.

Namun, meskipun interaksi hewan peliharaan dan hewan liar penting dalam munculnya penyakit zoonosis, penyebab utama munculnya zoonosis adalah kontak langsung manusia dengan satwa liar, produk sampingannya (misalnya guano), dan dagingnya untuk dikonsumsi. Intensifikasi perburuan daging hewan liar dalam apa yang disebut perdagangan daging hewan liar didorong oleh preferensi selera manusia dan memungkinkan adanya kontak langsung antara manusia yang rentan dengan hewan yang memiliki keanekaragaman patogen potensial yang luar biasa. Seperti yang trejadi di Kongo, diperkirakan 4,5 juta ton daging hewan liar dipanen di wilayah pada tahun 2015 (Bird & Mazet, 2018), sedangkan di Sulawesi dapat mencapai lebih dari 13.800 kg hanya untuk kelelawar saja. Kontak manusia dengan hewan liar selama perburuan, penyembelihan, dan konsumsi telah dikaitkan langsung dengan munculnya beberapa penyakit zoonosis yang mempunyai konsekuensi tinggi.

6.5.3.1. Kontak Langsung Satwa Liar dengan Satwa Domestik dan Manusia

Sulawesi memiliki keanekaragaman kelelawar yang tinggi dan tersebar di berbagai daerah, termasuk propinsi Slawesi Selatan, Gorontalo dan di Sulawesi Utara sendiri sebagai pusat perdagangannya. Kelelawar di Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan mempunyai keunikan yaitu hidup berdampingan dengan manusia di pusat Kota Watansoppeng. Habitat kelelawar pada umumnya berada di goa atau hutan lebat yang gelap. Namun berbeda dengan kelelawar di Kabupaten Soppeng yang sudah sejak dulu tinggal dan hidup di pepohonan asam jantung Kota Watansoppeng.Meskipun berada di tengah kota, kelelawar ini tampak tidak terganggu termasuk saat mereka beristirahat di siang hari. Kelelawar atau kalong yang berada di Soppeng disebut merupakan spesies kelelawar pemakan buah dengan mayoritas spesies *Pteropus alecto*, memiliki kecenderungan memilih tempat tinggal yang dekat dengan manusia. Hal ini karena mereka bisa dengan mudah memperoleh buah-buahan sebagai makanannya (Wutsqaa, 2022).

Keberadaan kalong di Soppeng terjaga hingga saat ini karena adanya regulasi pemerintah yang mendukung perlindungan kelelawar di daerah tersebut. Sejarah historis kerajaan

yang notabene juga masih dianggap valid oleh masyarakat Soppeng menjadikan kalong bisa hidup dengan aman tanpa merasa terganggu dengan keberadaan manusia di sekitar mereka. Selain itu, faktor lain yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan tempat bersarang bagi kelelawar adalah intensitas cahaya dan kebisingan. Intensitas cahaya pada pepohonan yang menjadi tempat tinggal kalong cukup rendah dibandingkan dengan tempat tinggal kelelawar lainnya di Sulsel. Tingkat kebisingan yang tinggi di tengah kota Soppeng ini tampaknya sama sekali tidak mengganggu bagi si kalong. Hal itu dikarenakan kelelawar buah memiliki kecenderungan mampu beradaptasi di tempat yang kurang sesuai dengan habitatnya selama mereka merasa aman dari gangguan masyarakat.

Namun demikian, sebuah penelitian dilakukan sebagai bagian dari proyek PREDICT Indonesia khususnya untuk menguji virus corona pada kelelawar dari provinsi Gorontalo, Indonesia menyatakan bahwa sebanyak 95 sampel usap dubur yang dikumpulkan dari kelelawar (*Pteropus alecto*) yang dianalisis di laboratorium menggunakan teknik PCR untuk mengamplifikasi urutan target dari gen RNA-dependent RNA Polymerase (RdRp) dinyatakn 24 sampel ditetapkan sebagai dugaan positif coronavirus. Delapan dari 24 sampel dugaan positif melalui PCR dianalisis lebih lanjut dengan pengurutan nukleotida dan dipastikan positif virus corona (Febriani *et al.,* 2018).

Di Jenetaesa, Moros, Sulawesi Selatan, terdapat pula interaksi yang kuat antara hewan liar, hewan peliharaan, dan manusia, yang selalu menimbulkan risiko penularan virus zoonosis. Desa di provinsi Sulawesi Selatan ini adalah rumah bagi sejumlah besar kelelawar yang hidup di dekat manusia, yang memelihara ternak atau menjalankan peternakan unggas, sehingga membuat mereka berisiko terkena penyakit zoonosis. Menyadari risiko tersebut, penduduk desa menjaga keseimbangan ekosistem dengan melindungi kelelawar. Untuk menjaga risiko serendah mungkin, mereka menggunakan surveilans triangulasi: kelelawar, ternak, dan manusia. Sejak tahun 2016 hingga 2020, Pusat Investigasi Penyakit (DIC) Maros ditunjuk oleh Pemerintah Indonesia sebagai titik fokus penerapan surveilans triangulasi. Petugas DIC Maros secara berkala mengumpulkan sampel darah, usap hidung dan dubur pada ternak di Jenetaesa, dan mengirimkan sampel tersebut ke laboratorium untuk diuji. Pengawasan ini merupakan yang pertama di Indonesia dan memungkinkan deteksi dini penyakit EID pada hewan liar, ternak, dan manusia, yang melibatkan kolaborasi lintas sektoral One Health untuk meningkatkan upaya pencegahan dan pengendalian, serta memitigasi ancaman zoonosis di masa depan (FAO, 2023).

6.5.3.2. Pemanfaatan Satwa Liar untuk Konsumsi

Maraknya konsumsi satwa liar sebagaimana banyak terjadi di wilayah SulawesiUtara tidak diiringi dengan kesadaran akan resiko biologis dan kesehatan yang timbul. Banyak masyarakat lokal dan pedagang mengatakan mereka tidak takut terhadap ancaman zoonosis dari satwa liar. Maraknya konsumsi satwa liar dan turun temurunnya kebiasaan tersebut pada beberapa masyarakat Sulawesi Utara dikarenakan persepsi bahwa tidak pernah kejadian terkena penyakit dikarenakan konsumsi satwa liar tersebut. Masyarakat mengaku bahwa mereka telah mempelajari cara memasak satwa liar tersebut untuk memastikan virus dan bakteri dari satwa liar tersebut telah mati melalui pemanasan.

Risiko penularan penyakit zoonosis di komunitas sebetulnya sangat penting untuk mengembangkan rekomendasi guna mencegah atau memitigasi wabah zoonosis di masa depan. Pengetahuan mengenai penularan penyakit dari hewan ke manusia adalah serupa dengan pengetahuan tentang rabies dan flu burung sebagai penyakit zoonosis. Namun, hanya sebagian kecil masyarakat yang menilai kontak dengan satwa liar dapat menyebabkan penyakit (Kusumaningrum *et al.,* 2022).

6.5.3.3. Pemanfaatan Produk Sampingan Satwa

Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi pengekspor guano atau kotoran kelelawar. Pada bulan Maret 2022 Balai Besar Karantina Pertanian (BBKP) Makassar menerbitkan sertifikasi untuk ekspor guano sebanyak 46 ton guano dengan nilai sekitar Rp. 330 juta ke Amerika Serikat. Perluasan tujuan ekspor guano kelelawar hingga ke pangsa pasar Uni Eropa dan China tengah diupayakan.

Kegiatan ekspor guano kelelawar asal Sulawesi Selatan mulai dijajaki tahun 2018, dengan Kabupaten Bone dan Maros sebagai penghasil utama. Tidak menutup kemungkinan ada juga potensi dari daerah lain seperti Kabupaten Soppeng yang terkenal dengan kelelawarnya, namun tidak semua guano kelelawar bisa memenuhi standar untuk diekspor. Pada umumnya, analisis laboratorium bahan guano kelelawar meliputi nilai total bahan organik yang harus lebih besar dari 40%. Nitrogen harus ada dan fosfat (P_2O_5) yang tersedia tidak boleh melebihi 6%. Lebih lanjut, setiap negara sebetulnya sudah memiliki protokol terkait ketentuan impor, mulai dari kualitas guano kelelawar, persyaratan kesehatan dan sanitasinya yang dapat berbeda pada setiap negara.

6.5.4. Penyebaran Penyakit Hewan dan Potensi *Spillback*

Human-animal interface yang dikenal luas sebagai '*hotspot*' penularan agen penular zoonosis yang berasal dari hewan dan menyebar ke populasi manusia dari satwa liar juga dapat berbalik arah (*spillback*). Ada juga kekhawatiran yang semakin besar mengenai dampak kebalikan dari penularan zooanthroponotic (agen penular yang berasal dari manusia atau satwa liar yang menular dari manusia) dan wabah yang diakibatkannya pada satwa liar. Risiko tersebut sangat tinggi di lingkungan yang berdampingan dengan habitat satwa liar karena kerusakkan lingkungan atau di pinggiran perkotaan, dimana satwa liar umum hidup dalam populasi padat dan sering bertemu dengan manusia. Sebagai contoh, agen zooanthroponotic, yang terjadi setelah penularan dari manusia ke kera, dapat menyebar lebih cepat di antara kera karena ciri struktural dari kecenderungan hewan untuk berkumpul di sekitar faktor antropogenik (Balasubramaniam *et al.,* 2022).

Risiko penyebaran *African swine fever* (ASF) yang berasal dari peternakan babi atau pasar hewan dan masuk ke alam liar dapat menimbulkan tantangan pengendalian penyebaran dan berdampak pada roda ekonomi. Tantangan-tantangan ini memiliki banyak segi, rumit karena faktor biologi virus, penyebaran babi hutan dan domestik yang tersebar luas yang dapat menjadi sumber penularan penyakit, dan keragaman praktik produksi daging babi. *African swine fever* telah terdeteksi di kecamatan Pinogu, Kabupaten Bone Bolango, yang berada dalam hutan Taman Nasional Bogani Nani Wartabone dimana ditemukan banyak bangkai babi hutan Sulawesi pada 9 lokasi, yaitu 6 titik berada di luar kawasan TNBNW atau di kebun masyarakat dan 3 titik berada di dalam kawasan TNBNW. Penyebab kematian babi kutil tersebut telah terkonfirmasi positif virus African swine fever berdasarkan hasil pengujian laboratorium Balai Besar Veteriner Maros (Azhar & Khairina, 2023). Dengan adanya kasus ASF pada babi hutan yang tinggal di Kawasan lindung ini diduga kuat akibat adanya *spillback event*, dimana ASF yang banyak menyerang peternakan babi di Sulawesi telah bertransmisi ke populasi babi hutan.

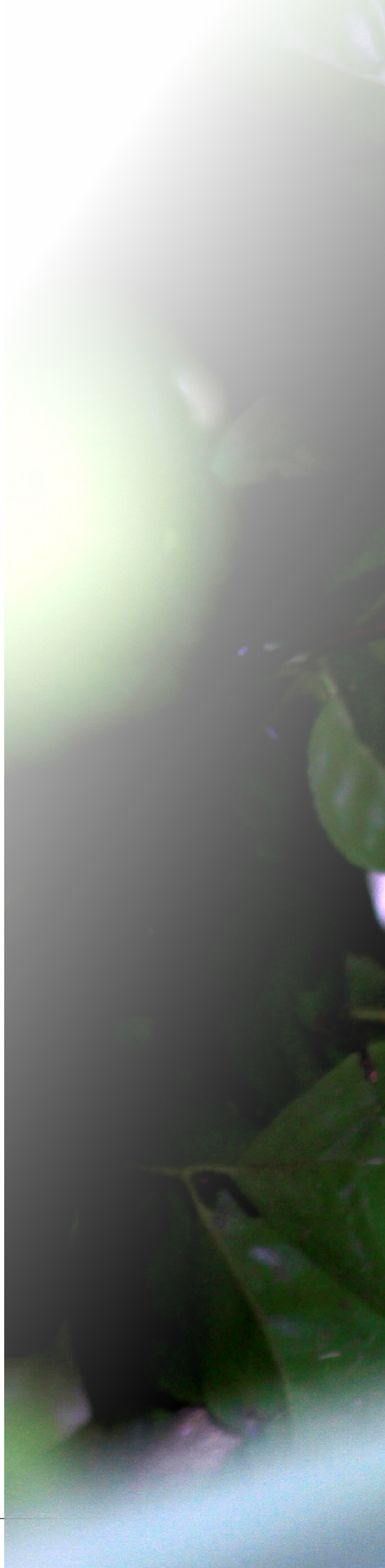
Stabilitas virus ASF dalam kondisi lingkungan yang berbeda juga berkontribusi pada penyebaran virus ini. Diketahui bahwa ASF virus sangat resisten terhadap perlakuan fisik seperti suhu tinggi, pengeringan, pembekuan dan pencairan, gelombang ultrasonik, atau pada lingkungan pH ekstrem. Suhu rendah, seperti suhu −20°C yang biasanya diperlukan untuk mengawetkan daging babi telah memfasilitasi kelangsungan hidup virus. Daging yang diawetkan secara kering mungkin mengandung virus yang dapat hidup, namun hal ini sangat bergantung pada teknik persiapan dan konservasi (Mazur-Panasiuk *et al.,* 2019).

One Health

One Health adalah pendekatan terpadu yang bertujuan untuk menyeimbangkan dan mengoptimalkan kesehatan manusia, hewan, dan ekosistem secara berkelanjutan. Hal ini mengindikasikan bahwa bahwa kesehatan manusia, hewan peliharaan dan liar, tumbuhan, dan lingkungan yang lebih luas (termasuk ekosistem) saling terkait erat dan saling bergantung. Pendekatan ini memobilisasi berbagai sektor, disiplin ilmu, dan komunitas di berbagai tingkat masyarakat untuk bekerja sama dalam meningkatkan kesejahteraan dan mengatasi ancaman terhadap kesehatan dan ekosistem (*One Health High-Level Expert Panel*, 2022).

Pandemi COVID-19 adalah pengingat yang nyata akan hubungan antara hewan, manusia, dan lingkungan hidup, serta dampak yang ditimbulkan oleh patogen yang menyebar ke manusia terhadap kesehatan manusia, perekonomian global, dan lingkungan. Para profesional di bidang kesehatan manusia dan hewan kini semakin sadar akan manfaat pendekatan *One Health* untuk memerangi kemunculan penyakit infeksi baru. Resiko ini dapat diturunkan dengan mengurangi interaksi manusia dan satwa liar dengan lebih memahami keadaan dan interaksi di mana manusia dan hewan melakukan kontak dekat, meningkatkan pengelolaan sumber daya alam, mengurangi permintaan spesies liar sebagai sumber makanan yang tidak berkelanjutan, dan memerangi perdagangan satwa liar.

Hasil studi mengenai perdagangan kelelawar di Sulawesi juga menyatakan perlu ada tindakan yang diambil untuk melestarikan kelelawar, serta dampak perdagangan kelelawar terhadap populasi di alam liar dan kesehatan manusia. Inisiatif konservasi akar rumput yang dipadukan dengan penegakan hukum yang ada bertujuan untuk mempengaruhi perubahan di tingkat lokal, sehingga tidak hanya akan memajukan konservasi kelelawar, namun juga konservasi mamalia langka dan endemik lainnya yang biasa diperdagangkan dalam perdagangan daging hewan liar (Sheherazade & Tsang, 2015).





Styloctenium wallace, Taman Nasional Lore Lindu
(Sumber: Mapala Silvagama)



7

ANCAMAN DAN TANTANGAN



7.1 ANCAMAN EKOSISTEM DAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

Ancaman terhadap ekosistem dan keanekaragaman hayati (biodiversitas) di Indonesia disebabkan perubahan tataguna lahan, pemanfaatan secara langsung, adanya perubahan iklim dan pengaruh jenis asing invasif, selain itu pencemaran juga menjadi salah satu penyebab yang cukup berperan di wilayah perairan, sedangkan ancaman terhadap keseimbangan ekosistem di wilayah Sulawesi antara lain adalah adanya perubahan penggunaan lahan, penambangan pasir, timah dan nikel, pencemaran limbah rumah tangga, bencana alam, sedimentasi dan kebakaran hutan. Ancaman ini terjadi pada hampir semua tipe ekosistem, sedangkan masing masing tipe ekosistem memiliki sumber ancaman yang bervariasi. Sebagai contoh pada tipe ekosistem pantai yang berpasir dan berbatu, ancamannya adalah kepadatan penduduk yang tinggi, penambangan pasir, pencemaran minyak, plastik (akibat pembuangan limbah), penurunan muka tanah, kenaikan permukaan laut, abrasi dan pembangkit listrik (Satyam & Thiruchitrambalam; 2018). Ancaman ini juga berkaitan erat dengan pengembangan perencanaan kawasan sekitar pantai, yang dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi, pengembangan sumber daya perikanan, perkebunan, serta pemanfaatan sumber kehati secara berlebihan. Hal ini juga terjadi pada ekosistem lainnya misalnya padang lamun, sungai, rawa, dan danau.

Penjelasan dari beberapa ahli menyatakan bahwa proses hilangnya keanekaragaman hayati di Daerah Aliran Sungai (DAS), lebih cepat terjadi dibandingkan ekosistem terrestrial maupun perairan laut. Daerah Aliran Sungai juga memberikan respon yang cepat terhadap perubahan lingkungan karena perubahan iklim, tataguna lahan, fragmentas habitat ataupun pencemaran (Carpenter *et al.* 1992; Foley *et al.* 2005; Strayer & Dudgeon 2010). Pencemaran yang terjadi umumnya berasal dari kegiatan manusia, antara lain limbah industri, rumah tangga, tambang, dan juga erosi tanah dari daerah hulu yang disebabkan kegiatan pertanian ataupun perkebunan. Ancaman ancaman tersebut, juga menyebabkan peningkatan level banjir di hilir sungai, penurunan jasa ekosistem seperti penurunan ketersediaan air, dan keanekaragaman hayati (Gustiano *et al.* 2008; Nurdawati *et al.* 2006; Suwelo, 2005).

Keberadaan kawasan ekosistem gambut juga tidak luput dari ancaman yang akan mengakibatkan terdegradasinya fungsi ekosistem. Perubahan lansekap yang tidak ramah lingkungan menjadi lahan pertanian dan perkebunan, pembuatan kanal untuk pengeringan lahan gambut yang menyebabkan penurunan air tanah sehingga rawan kebakaran, dan eksploitasi berlebihan. Perubahan sifat fisik dan kimia tanah yang menyebabkan keracunan tanaman dengan adanya lapisan yang mengering di tanah gambut sehingga terbentuk pirit (proses teroksidasinya kandungan besi di lahan gambut yang terbuka), menyebabkan kurang suburnya gambut bila dimanfaatkan untuk tanaman pertanian. Selain itu karbon yang terdekomposisi dan terlepas keudara memberikan persoalan lain.

Kawasan ekosistem laut mempunyai ancaman yang cukup serius akhir akhir ini, dari mulai sedimantasi, sampah plastik (makro ataupun mikro), pemanfaatan sumber hayati laut berlebihan dan tidak ramah lingkungan dengan menggunakan alat berat ataupun dinamit, semua ini mempengaruhi hasil perikanan diwilayah laut. Khusus wilayah perairan laut Sulawesi hasil tangkapan utama nelayan adalah ikan malalugis (*Decaperus macarellus*), dimana ikan ini bermigrasi membentuk rombongan kecil yang sangat dipengaruhi oleh lingkungan antara lain arus pasang bolak balik yang mendukung habitat ikan malalugis. Kelimpahannya di Sulawesi Utara lebih tinggi dibandingkan wilayah perairan lainnya (Rahmadi & Puspasari, 2015). Namun mulai tahun 2012, terjadi penurunan jumlah produksi ikan ini di wilayah perairan laut Sulawesi.

Pada ekosistem mangrove, ancaman penyebab menurunnya luasan ekosistem antara lain bencana alam dan tekanan antropogenik seperti alih fungsi lahan dan reklamasi (Renyaan *et al.*, 2022). Khusus ekosistem savana, aktivitas manusia seperti pembukaan hutan dan praktik perladangan dan/atau pertanian yang berlangsung cukup lama sebagai penyebab utama dalam proses terbentuknya savana. Tekanan satwa mamalia besar pemakan tumbuhan seperti rusa, juga merupakan penyebab lain terbentuknya savana.

7.1.1.
Konservasi dan Aktifitas Antropogenik

1 *Bushmeat Hunting*

Salah satu ancaman yang utama di Sulawesi adalah *bushmeat hunting* (perburuan untuk dagingnya). Rusa (*Rusa timorensis*) merupakan satwa buruan favorit di Sulawesi, selain dalam batas tertentu anoa *Bubalus* spp. (Rejeki 2018). Peningkatan intensitas perburuan secara terbuka dan massal terjadi sejak reformasi nasional, sekitar tahun 1999-2000. Balai Besar KSDA Sulawesi Selatan mencatat sejak tahun 2018, perburuan rusa semakin meluas hingga masuk dalam wilayah Taman Buru Komara, Kabupaten Takalar. Di wilayah Mekongga, Sulawesi Tenggara sampai sekitar tahun 1995an rusa masih bisa dijumpai, namun mulai tahun 2016-an sudah sangat susah dijumpai pada bagian barat, terkecuali di Mekongga bagian utara yang berbatasan dengan Sulawesi Selatan, itupun hanya 1-2 ekor rusa per perjumpaan. Secara umum, di Provinsi Sulawesi Selatan maupun Sulawesi Tenggara telah terjadi perubahan pola perburuan rusa timor dikarenakan populasi rusa yang terus turun secara drastis. Kearifal lokal yang pernah dipraktekan seperti oleh Suku Moronene ataupun Tolaki tidak dilaksanakan lagi pada masa sekarang. Selain perubahan pola perburuan juga adanya perubahan pemanfaatan hasil buruan dari kebutuhan subsisten menjadi komersial untuk diperjualbelikan. Komersialisasi merupakan salah satu tekanan terhadap populasi rusa menjadi lebih tinggi.

Selain rusa, kelompok mamalia laut yang juga sering menjadi objek perburuan adalah dugong (*Dugong dugon*) atau biasa disebut Diyo'h oleh masyarakat setempat, paus sperma (*Physeter macrocephalus*), lumba-lumba spinner (*Stenella longirostris*), lumba-lumba hidung botol (*Tursiops truncatus*), paus pembunuh (*Orcinus orca*) dan beberapa spesies "blackfish" (misalnya paus pilot sirip pendek *Globicephala macrorhynchus*) untuk dikonsumsi. Aktifitas berburu mamalia laut merupakan bagian dari praktek tradisional suku-suku di wilayah Sulawesi yang dilakukan secara tradisional dan berdasarkan kearifan lokal dengan mempertimbangkan alat dan cara berburu, jenis satwa buru, alat buru, dan wilayah buru, musim buru. Namun, sejalan perkembangan zaman, diperlukan mitigasi agar perburuan secara nontradisional yang berpotensi mengancam kelestarian spesies tersebut tidak terjadi. Salah satu upaya konservasi dugong di Indonesia adalah melalui program *Dugong and Seagrass Conservation Project* (DSCP) yang dimulai sejak tahun 2016.

2 Perkebunan dan Pertanian Tanaman Monokultur

a Perkebunan Kelapa Sawit

Perkembangan komoditas pertanian dalam menunjang perekonomian juga menjadi tantangan dalam konservasi sumber daya hayati. Sulawesi merupakan wilayah penghasil kelapa dan kakao terbesar di Indonesia. Luas kedua tanaman perkebunan ini bervariasi di setiap provinsi, berkisar 43 - 276,8 ribu Ha untuk kelapa, dan 14,1 – 276,1 ribu Ha untuk kakao. Selain itu, salah satu tema besar pengembangan wilayah pulau Sulawesi dari aspek industri komoditas adalah industri berbasis kakao, rotan, karet, rumput laut (KemenPUPR, 2017). Namun dalam beberapa tahun terakhir, sejalan dengan perkembangan perkebunan sawit di Indonesia, Sulawesi mulai menjadi wilayah baru pengembangan komoditas sawit. Saat ini provinsi Sulawesi Barat dan Sulawesi Tengah merupakan dua provinsi produsen sawit terbesar di Sulawesi. Analisis daya saing komoditas sawit yang dilakukan di Sulawesi Selatan menunjukkan nilai RCA (*Revealed Competitive Advantage*) yang kuat, sehingga tetap dapat bertahan dalam 20 tahun terakhir walaupun berfluktuasi (Jusriani 2020). Pada wilayah Sulawesi Barat, perkebunan kopi, lahan pertanian, dan tambak berganti menjadi kebun sawit (Anas *et al*, 2021). Kelapa sawit sangat menguntungkan dengan pendapatan rata-rata Rp. 30.666.620/ha/tahun. Kontribusi perkebunan kelapa sawit terhadap pendapatan petani sekitar 66% atau kategori sedang (Astuti *et al.* 2020).

Data perkembangan luas perkebunan sawit di Sulawesi sesungguhnya tidak terlalu besar, dimana pada tahun 2015 baru mencapai 0,37 juta ha atau hanya sekitar 3%

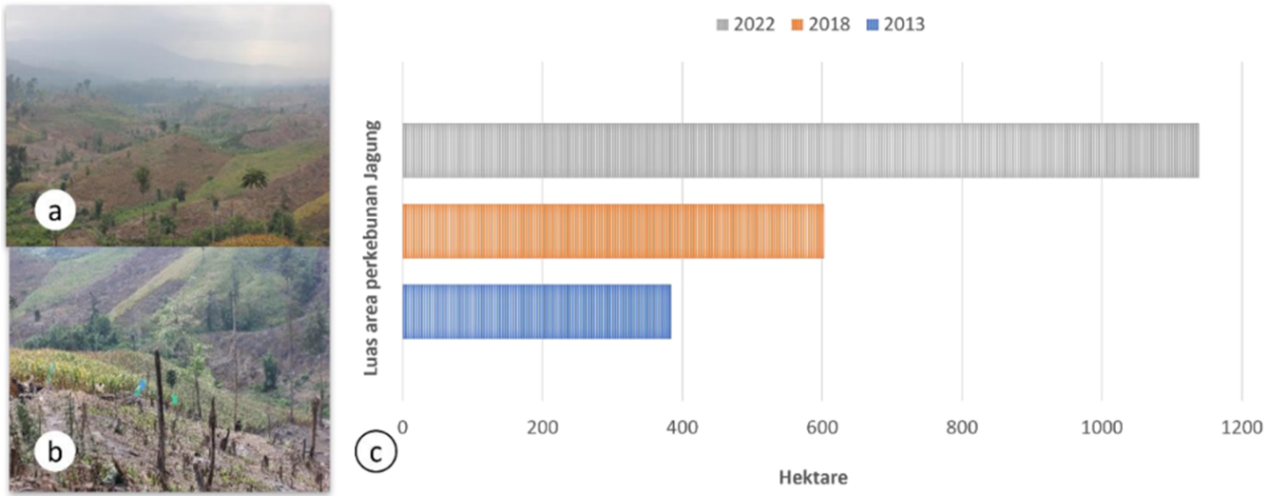
dari keseluruhan luas kebun sawit nasional. Luas hutan Sulawesi tahun 1950 adalah 17 juta ha, dan dalam kurun waktu 1950-1985 luas akumulasi konversi hutan menjadi non hutan mencapai 7,2 juta ha. Sementara itu, kebun sawit baru mencapai 0,005 juta ha atau hanya sekitar 0,07% dari luas konversi tersebut. Dalam kurun waktu berikutnya, tahun 1985-2014, luas akumulasi konversi hutan menjadi non hutan di Sulawesi sebesar 9,9 juta ha, sedangkan pada waktu yang sama akumulasi konversi hanya 3,5%. Namun Data Biro Pusat Statistik menunjukkan ada penurunan luas kebun sawit dari 439,2 ribu ha pada tahun 2016, menjadi seluas 421,1 ribu ha tahun 2023 yang tersebar di lima provinsi dari enam provinsi yang ada di Sulawesi.

Salah satu tantangan dalam pengembangan perkebunan sawit di Sulawesi adalah mengantisipasi perluasan perkebunan sawit pada kawasan hutan dan mempertahankan nilai konservasi tinggi di areal perkebunan sawit. Deforestasi akibat pembukaan perkebunan sawit terindikasi terjadi di Sulawesi pada periode tahun 2000 – 2021, walaupun data menunjukkan sebagian besar perkebunan sawit berasal bukan dari kawasan hutan, melainkan pengalihan dari perkebunan komoditas lain seperti karet, kakao, sawah, dan lainnya (Rizal 2018; Bainta 2021).

Pada beberapa wilayah seperti kawasan Matarombeo, Konawe Utara (Sulawesi Tenggara) misalnya, perkebunan sawit menjadi tantangan utama dalam menyelamatkan keanekaragaman hayati wilayah dengan ekosistem karst unik se-Asia Tenggara. Di bagian utara, perkebunan kelapa sawit dan infrastruktur yang menyertainya berbatasan dengan karst Matarombeo, namun tidak ada jalan yang mengarah jauh menghindari kawasan karst. Hanya beberapa sungai besar seperti Lalindu dan Lasolo, serta jalan-jalan perkebunan kelapa sawit di sebelah utara. Pulau Sulawesi ke depan juga diproyeksikan menjadi sentra pengembangan kelapa sawit pada lahan sekitar 1 juta ha melalui Program yang diberi nama *Sulawesi Palm Oil Belt* yang digagas oleh perusahaan dan asosiasi. Program ini rencananya akan dikembangkan di Sulawesi Selatan seluas 100.000 ha, Sulawesi Tenggara 290.000 ha, Sulawesi Barat 120.000 ha, Sulawesi Tengah 300.000 ha, Gorontalo 95.000 ha, dan Sulawesi Utara 70.000 ha. Program ini juga menjadi bagian dari *Indonesia National Action Plan on Sustainable Palm Oil* (NAP SPO) yang ditandatangani oleh Presiden RI sejak 2019. Aktifitas ini tentunya memberikan tantangan tersendiri karena akan adanya perubahan tata ruang wilayah, konversi lahan pertanian dan hutan ke Perkebunan selain perubahan sistim pola tanam dari polikultur ke monokultur serta perubahan kondisi hidrologis (Anas dkk 2023).

b Pertanian Komoditas Monokultur

Program agropolitan merupakan salah satu upaya pemerintah meningkatkan taraf ekonomi masyarakat. Salah satu komoditas yang dikembangkan di wilayah Sulawesi adalah jagung, seperti di Provinsi Gorontalo melalui Peraturan Gubernur Nomor 2 Tahun 2004. Dalam kurun waktu 2004 hingga 2019, luas lahan pertanian jagung berkembang dari 35.692,45 ha menjadi 405.352 ha (Lolupalan, 2021). Salah satu wilayah transmigrasi di Provinsi Gorontalo mengalami perubahan lahan dari hutan menjadi lahan pertanian monokultur jagung, dari 348,3 ha menjadi 602,82 ha, atau meningkat tiga kali lipat dalam kurun waktu 2013-2022 (Mamangkay *et al.* 2023; Gambar 7.1).



Gambar 7.1
Kondisi wilayah dan lahan pertanian jagung di wilayah UPT SP3 Desa Saritani (a) dan (b), serta laju perluasan areal perkebunan jagung dalam 10 tahun terakhir (c). (Sumber: Mamangkay *et al.* 2023).

Selain faktor kebijakan dari pemerintah, masyarakat juga cenderung memilih komoditas pertanian monokultur karena alasan mudah untuk dipasarkan. Menyempitnya lahan pertanian menyebabkan ekspansi lahan tanaman jagung ditanam di wilayah lereng dan pegunungan bahkan kawasan hutan, yang dapat menimbulkan ancaman bahaya longsor dan erosi. Hal ini terlihat dengan adanya pembukaan hutan di DAS di wilayah Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo (Lolupalan, 2021). Perubahan tutupan lahan ini terjadi akibat dari intervensi program pemerintah yang tidak dibarengi dengan pengelolaan berkelanjutan, sehingga ketika lahan yang diolah sudah tidak produktif, masyarakat cenderung membuka hutan untuk dijadikan lahan yang baru (Mamangkay *et al.* 2023).

Untuk itu diperlukan upaya konservasi melalui penetapan wilayah tertentu menjadi wilayah perlindungan konservasi atau area perlindungan lainnya. Penetapan kawasan tersebut dapat berupa taman nasional, taman geologis, atau cagar biosfer yang memiliki cakupan pengelolaan yang lebih kompleks.

3 Pertambangan

Pertambangan telah lama menjadi pemain kunci dalam pembangunan ekonomi, lapangan kerja, infrastruktur, dan pasokan bahan mentah. Industri pertambangan nikel di Indonesia telah beroperasi selama hampir 45 tahun, yang juga membuat perubahan sosial dan lingkungan, namun demikian industri ini juga menjadi pendorong utama lapangan kerja dan pembangunan ekonomi di daerah, yang akan menjadi pemicu terjadinya perubahan yang signifikan dari prespektif lingkungan.

Adanya aktifitas penambangan menyebabkan terjadinya erosi tanah dan sedimen yang merupakan hasil penambangan yang mengalir melalui sungai sampai ke laut, dibuktikan dengan ditemukannya kandungan merkuri pada sediment di laut (Edinger, *et al.* 2007, Lasut, *et al.* 2010). Permasalahan kesehatan lingkungan berdampak pada kesehatan manusia sampai pada taraf yang mengkhawatirkan (Abbas *et al.* 2017). Kegiatan ekstraktif dari pertambangan tidak hanya mempengaruhi penghidupan masyarakat, tetapi juga menurunnya kualitas lingkungan, seperti tutupan vegetasi, kerusakan besar pada badan air, perubahan penggunaan lahan dan kerawanan pangan, meningkatnya kejahatan dan konflik sosial, tingginya biaya hidup, dan polusi udara (Schrecker, *et al.* 2018; Conde, 2017; Gautam *et al.*, 2016, Kadir *et al.* 2019; Hudayana *et al.* 2020; Jiangfeng & Worlanyo, 2021). Hasil penelitian di beberapa lokasi juga mengidentifikasi adanya aktifitas penambangan emas yang berdampak pada menurunnya biodiversiti, dan juga kesehatan manusia (Nakagawa *et al.* 2016; Limbong *et al.* 2003, 2005, Kambey *et al.* 2001; Basri *et al.* 2017). Selain itu dampak sosial juga menjadi masalah yang muncul dari penambangan, dimana masyarakat mengalami kerugian, kurang diperhatikan

aspirasinya, berdampak pada penurunan hasil pemasukan dari perikanan dan lainnya (Irawati, 2020; Hudayana, *et al.* 2007).

Kayanya akan sumber daya tambang seperti emas, tembaga, perak, nikel, besi dan lainnya memberikan pajak pertambangan yang signifikan, di wilayah Sulawesi Teggaran dengan pendapatan daerah mencapai Rp.15 M/tahun. Akan tetapi pendapatan inipun menurun seiring dengan munculnya berbagai permasalah sosial ataupun lingkungan, yang kemudian pemerintah meningkatkan pengawasan untuk menertibkan penambangan illegal dan memperketat perijinan penambangan. Dampak sedimentasi di wilayah Pomala yang merupakan salah satu lokasi penambangan nikel, diperkirakan menyumbang erosi tanah sampai 1.330.281 m^3/tahun sedimen ke laut. Pengaruh dari penambangan ini tidak hanya disebabkan bertambahnya sedimentasi saja, tetapi juga adanya lalu lintas kontainer muatan kapal lumpur dari hasil aktifitas pembukaan lahan untuk pertambangan.

Kandungan merkuri telah terdeteksi di dua sungai di wilayah Bombana yaitu Sungai Kasetahi dan Sungai Longkowala (Beavis & Mc William, 2018). Pada tahun 2015 kandungan merkuri di Sungai Longkowala lebih tinggi dari ambang batas yang ditolerir (Ido, *et al.* 2015). Beberapa sungai yang berada dekat lokasi penambangan terdeteksi adanya kandungan logam berat seperti As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn (Zink), dan Hg (Mercuri) (Palapa & Maramis 2014), walau beberapa logam berat masih dibawah ambang batas. Revegati bekas wilayah tambang pada akhirnya merupakan tindakan yang harus menjadi prioritas akibat dari banyaknya bekas lahan tambang yang ditinggalkan pasca habisnya produksi tambang.

Kebutuhan lahan dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan wilayah kota adalah dengan melakukan reklamasi lahan dengan menggunakan pasir (Arjana *et al.* 2020). Pengerukan pasir memberikan dampak keruhnya air laut dilokasi yang ditambang, seperti wilayah pesisir pantai Galesong (Sulawesi Selatan). Hal ini menyebabkan nelayan kehilangan pencaharain hidup lewat penangkapan ikan karena penurunan hasil panenan yang mencapai 80%, sehingga meninggalkan aktifitasnya yang berpengaruh terhadap kondisi sosial ekonomi wilayah (Anggariani, dkk. 2020; Daris, dkk. 2023).



Gambar 7.2 Pelabuhan tempat pengangkutan hasil tambang, sebagian menyebabkan sedimentasi di laut.

a Integrasi Konservasi dalam Penataan Ruang

Indonesia menganut prinsip pembangunan berkelanjutan, yaitu pembangunan yang mampu memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang memenuhi kebutuhannya. Hal ini juga mengandung makna, bahwa sumber daya alam yang digunakan dalam pembangunan tetap lestari dari generasi ke generasi. Dengan demikian prinsip konservasi (perlindungan, pengawetan dan pemanfaatan secara lestari) harus terintegrasi atau terinternalisasi ke dalam kegiatan pembangunan. Semua ini dapat dimulai dari tahapan perencanaan, khususnya Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)., dimana pembangunan harus mengacu pada RTRW, dimana di dalam RTRW telah jelas terbagi fungsi dan peruntukan setiap ruang lahan.

Pada tahun 1960, Sulawesi dibagi menjadi dua provinsi yaitu Provinsi Sulawesi Selatan-Tenggara dan Provinsi Sulawesi Utara-Tengah. Namun sejak tahun 1964 berkembang menjadi empat provinsi yaitu Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Pasca Gerakan reformasi tahun 1999 seiring dengan diberlakukannya Undang-Undang tentang Pemerintahan Daerah yang dikenal dengan otonomi daerah atau desentralisasi, kembali terjadi pemekaran wilayah pemerintahan. Pada tahun 2000 lahir Provinsi Gorontalo yang merupakan pemisahan dari Sulawesi Utara, dan pada tahun 2004 lahir Provinsi Sulawesi Barat yang merupakan pemekaran dari Provinsi Sulawesi Selatan.

Laju pertumbuhan penduduk enam provinsi di Sulawesi pada tahun 2021 berkisar antara 0,82 – 1,75 per tahun (BPS-Sulut 2022; BPS Gorontalo 2022; BPS Sulteng 2022; BPS Sulsel 2022; BPS Sulbar 2022; BPS Sultra 2022) yang pada akhirnya mempengaruhi lajunya pembangunan infrastruktur dan pembangunan sectoral lainnya yang sebagian besar tata ruang yang tersedia banyak masih dalam bentuk kawasan hutan (Gunawan 2014).

Peningkatan pembangunan wilayah yang berdampak pada eksistensi kawasan hutan menyebabkan perlunya dilakukan.revisi Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP). Sejak tahun 2008 hingga tahun 2020 seluruh provinsi di Sulawesi telah melakukan revisi RTRWP yang didalamnya melibatkan perubahan fungsi dan perubahan peruntukan (konversi) kawasan hutan. Hal ini berdampak pada kondisi keanekaragaman hayati karena konversi hutan mengakibatkan habitat loss, habitat fragmentation dan habitat degradation yang mengancam kelestarian keanekaragaman hayati Sulawesi (Gunawan 2014). Tantangan konservasi keanekaragaman hayati di masa mendatang, adalah bagaimana mengintegrasikan prinsip konservasi ke dalam tata ruang, mengharmonisasikan kepentingan konservasi dengan pembangunan infrastruktur, mensinergikan konservasi dengan pengembangan ekonomi, dan menciptakan inovasi-inovasi baru dalam pengelolaan keanekaragaman hayati.

b Harmonisasi Konservasi dengan Pembangunan Infrastruktur

Benturan kepentingan antara konservasi keanekaragaman hayati dan kepentingan ekonomi tidak dapat dihindarkan kadangkala tidak dapat dihindari. Beberapa contoh dapat dilihat pada kasus maraknya pembangunan tambak dengan mengkonversi hutan mangrove ketika memasuki era desentralisasi yang diikuti dengan pemekaran wilayah (Gunawan 2015a; b). Konversi hutan dataran rendah menjadi berbagai penggunaan non kehutanan banyak terjadi seperti menjadi lahan pertanian, perkebunan, permukiman dan jalan raya juga menyebabkan terjadinya kehilangan habitat *(habitat loss*) dan fragmentasi habitat (*habitat fragmentation*) (Gunawan 2014). Gunawan (2000) menemukan bahwa habitat tempat bertelur burung maleo telah banyak terfragmentasi oleh lahan pertanian dan permukiman sehingga tidak dapat lagi diakses oleh burung maleo yang mengakibatkan menurunnya populasi dan kepunahan local. Fragmentasi oleh permukiman dan jalan juga telah memisahkan habitat anoa dataran rendah pada tiga kantong habitat suaka margasatwa (SM) yang berdekatan yaitu SM Tanjung Batikolo, SM. Tanjung Amolengo dan SM Tanjung Peropa. Pada akhirnya, kepentingan konservasi harus berkompromi dengan pembangunan ekonomi, jalan nasional atau jalan provinsi untuk membuka isolasi kabupaten-kabupaten yang baru dibentuk. Oleh karena itu, perlu adanya win-win solution melalui harmonisasi konservasi dengan pembangunan ekonomi. Berbagai upaya tersebut telah dilakukan antara lain dengan cara sesedikit mungkin memotong kawasan konservasi atau kawasan yang dilindungi; membuat koridor penyeberangan satwa di atas (*ecobridge*) atau di bawah jalan raya (*culvert*); membuat jalur hijau sebagai *buffer* atau koridor barrier di sepanjang tepi jalan raya, tepi irigasi, tepi rel, atau tepi jaringan listrik (SUTET) (Gunawan & Hadi, 2023).

c Sinergi Konservasi dengan Pemulihan dan Pembangunan Ekonomi

Food Estate dan Penggunaan Kawasan Hutan

Menghadapi kenyataan bahwa kepentingan konservasi akan selalu berhadapan dan bersinggungan dengan kepentingan ekonomi maka perlu dicari jalan kompromi yang sinergis, dalam arti saling menguatkan keduanya. Beberapa peraturan telah diterbitkan guna mengatur penggunaan kawasan hutan untuk berbagai keperluan ekonomi dan pembangunan, agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati. Demikian pula skema kolaborasi atau kemitraan pengelolaan kawasan hutan konservasi telah diatur untuk mengakomodir kegiatan masyarakat yang menopang perekonomian mereka. Pemulihan ekonomi pasca panedmi melalui perhutanan social di kawasan hutan juga telah diatur melalui peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Dalam mendukung ketahanan pangan, telah diatur penggunaan kawasan hutan untuk pembangunan food estate. Beberapa peraturan yang mengatur agar kegiatan pembangunan di kawasan hutan atau penggunaan kawasan hutan untuk kegiatan pembangunan menjadi sinergi (Tabel 7.1).

Tabel 7.1 Peraturan penggunaan kawasan hutan.

No	Peraturan	Terkait
1	Pemerintah Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2010	Penggunaan Kawasan Hutan
2	Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2012	Perubahan atas PP No. 24 Tahun 2010 tentang Penggunaan Kawasan Hutan
3	Pemerintah Republik Indonesia Nomor 104 Tahun 2015	Tata Cara Perubahan Peruntukan dan Fungsi Kawasan Hutan
4	Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2012	Pedoman Pinjam Pakai Kawasan Hutan
5	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 81 Tahun 2016	Kerjasama Penggunaan dan Pemanfaatan Kawasan Hutan Untuk Mendukung Ketahanan Pangan
6	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.24/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2020	Penyediaan Kawasan Hutan Untuk Pembangunan Food Estate
7	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2021	Pengelolaan Perhutanan Sosial
8	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2023	Pengelolaan Perhutanan Sosial Pada Kawasan Hutan Dengan Pengelolaan Khusus.

Pemulihan Ekonomi dan Pengembangan Desa Wisata

Ketika pandemik Covid-19 melanda, sektor yang terdampak antara lain sektor pariwisata dan ekonomi kreatif. Pemerintah melakukan program pemulihan sector pariwisata sekaligus juga untuk mendukung pemulihan ekonomi nasional, antara lain melalui pengembangan 10 destinasi pariwisata prioritas dan lima destinasi pariwisata super prioritas. Kesepuluh destinasi pariwisata prioritas adalah Wakatobi di Sulawesi Tenggara, Kepulauan Seribu di Jakarta, Bromo Tengger Semeru di Jawa Timur, Labuan Bajo di Nusa Tenggara Timur, Danau Toba di Sumatra Utara, Borobudur di Jawa Tengah, Tanjung Lesung di Banten, Pulau Morotai di Maluku Utara, Mandalika di Nusa Tenggara Barat, dan Tanjung Kelayang di Bangka Belitung. Selain itu, ada lima destinasi wisata super prioritas yaitu Borobudur, Danau Toba, Likupang, Mandalika, dan Labuan Bajo.

Di Sulawesi tumbuh desa wisata di sekitar kawasan konservasi, seperti desa di sekitaran TN Bogani Nani Wartabone, Desa Tulabolo di Kecamatan Suwawa Timur, Desa Ilomata di Kecamatan Bulango Ulu, serta Desa Lonuo di Kecamatan Tilongkabila. Sementara di sekitar TN Bunaken berkembang desa wisata antara lain di Desa Tiwoho, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Desa Popareng, Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan, desa Tambala, desa Poopoh dan desa Teling kec. Tombariri, kab. Minahasa. Demikian pula di Taman Nasional lainnya seperti di sekitar TN Lore Lindu, TN Bantimurung-Bulusaraung,dan TN Rawa Aopa Watumohai, Sulawesi Tenggara. Pada tahun 2023, sebanyak 31 Desa Wisata di Sulawesi menerima Anugrah Desa Wisata Indonesia, mencakup Kabupaten Pinrang, Kabupaten Gowa, Kabupaten Barru, Kota Makassar, Kabupaten Luwu Utara, Kabupaten Tana Toraja.

7.1.2. Marin

Ekosistem laut merupakan salah satu ekosistem terpenting di bumi. Ekosistem laut memberikan berbagai manfaat bagi manusia, antara lain sebagai sumber pangan dan energi serta rumah bagi berbagai biota laut. Namun ekosistem laut saat ini menghadapi berbagai ancaman yang dapat merugikan dan mengakibatkan punahnya berbagai jenis biota laut. Menurut laporan *The Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), ekosistem laut menghadapi setidaknya lima ancaman besar, yaitu 1) Penangkapan ikan berlebih, 2) Pencemaran lingkungan, 3) Perubahan iklim, 4) Spesies asing (invasif), 5) Dampak kegiatan manusia lainnya. Selain itu ada ancaman lain berupa perdagangan biota laut, dimana biota laut yang diperdagangkan diambil langsung dari alam.

Ancaman terhadap ekosistem laut dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu berdampak global dan lokal. Ancaman global adalah ancaman yang terjadi lintas batas wilayah, sedangkan ancaman lokal terjadi dalam wilayah tertentu. Ancaman global juga dapat berdampak pada tingkat lokal. Pada saat yang sama, ancaman lokal memberikan gambaran spasial yang konkrit, sehingga memudahkan pemerintah daerah untuk memetakan ancaman dan mengambil tindakan untuk pencegahan. Ancaman lokal di suatu wilayah belum tentu berdampak atau terjadi di wilayah lain.

a Perubahan Iklim Global

Abudarda *et al*,. (2021) mengungkapkan penelitian dari dampak peningkatan suhu permukaan laut terhadap potensi penangkapan ikan cakalang di Selat Makassar. Hasilnya menunjukkan bahwa ikan cakalang lebih menyukai suhu permukaan laut berkisar antara 28,3-30,4°C dan konsentrasi klorofil-a berkisar antara 0,18 hingga 0,28 mg/m^3. Penelitian ini menunjukkan adanya pergeseran Selat Makassar bagian utara ke selatan.

Penelitian Martono (2016) menunjukkan bahwa suhu permukaan laut di Indonesia mengalami peningkatan signifikan selama periode 1984-2013, yang dikaitkan dengan peningkatan emisi CO_2 global dan lokal. Perubahan suhu ini berdampak pada distribusi klorofil-a, yang dipengaruhi oleh musim angin. Pemanasan laut menyebabkan stratifikasi air, membatasi pasokan nutrisi ke permukaan dan mengurangi konsentrasi klorofil-a. Hal ini berdampak negatif pada produktivitas fitoplankton, yang merupakan dasar rantai makanan laut. Penurunan produktivitas fitoplankton berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem laut, mempengaruhi ketersediaan sumber daya hayati dan struktur komunitas. Organisme laut yang sensitif terhadap perubahan suhu, seperti plankton dan ikan, dapat mengalami penurunan populasi atau bahkan kepunahan.

Perubahan iklim berdampak signifikan terhadap sektor sumber daya alam, seperti perikanan dan pertanian, yang merupakan mata pencaharian utama bagi banyak masyarakat. Peningkatan frekuensi dan intensitas cuaca ekstrem, seperti kekeringan, gelombang tinggi, dan banjir pasang, menyebabkan penurunan hasil tangkapan ikan dan kerusakan infrastruktur, bahkan mengancam jiwa. Bencana alam ini juga memengaruhi penghasilan dan keamanan pangan rumah tangga, terutama bagi masyarakat yang memiliki ketergantungan tinggi pada sumber daya alam. Keterbatasan pengetahuan dan keterampilan dalam beradaptasi dengan dampak perubahan iklim membuat masyarakat rentan terhadap dampak negatifnya. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas adaptasi melalui pendidikan, infrastruktur, dan dukungan pemerintah untuk menghadapi tantangan perubahan iklim (Retnowati *et al*., 2019).

b Bencana Alam

Ikan hias endemik Banggai Cardinalfish (*Pterapogon kauderni)* memiliki hubungan simbiosis erat dengan beberapa spesies habitat mikro, seperti kerang Diadema, anemon laut, dan karang batu tertentu. Ketergantungan ini membuat *P. kauderni* sangat rentan terhadap gangguan habitatnya. Kepulauan Banggai, dengan letak geologisnya, memiliki risiko tinggi terhadap bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami. Namun, dampak bencana alam ini terhadap *P. kauderni* dan habitatnya lebih ditentukan oleh tindakan manusia pasca bencana, seperti pemanfaatan karang batu sebagai bahan bangunan. Perubahan iklim, seperti peningkatan suhu permukaan laut dan pemutihan karang massal, juga berpotensi mengganggu simbiosis *P. kauderni* dengan habitatnya dan mengancam kelangsungan hidup populasi ikan ini. Untuk mencegah kepunahan *P. kauderni,* diperlukan pengelolaan berkelanjutan di tingkat unit evolusi signifikan (ESU) dan perlindungan habitat mikro ikan ini. Namun, nasib jangka panjang *P. kauderni* dan masyarakat Kepulauan Banggai bergantung pada upaya global dalam mengurangi emisi karbon (Moore *et al.*, 2019).

c Zoonosis

Cacing parasit dari keluarga Anisakidae dapat menginfeksi berbagai jenis biota laut, termasuk ikan, dan bersifat zoonotik, artinya dapat menular ke manusia. Di Indonesia, empat marga cacing dari suku Anisakidae, yaitu *Anisakis, Pseudoterranova, Terranova, dan Contracaecum*, telah dilaporkan menginfeksi ikan laut. Genus *Anisakis*, khususnya, ditemukan pada ikan-ikan di berbagai wilayah Indonesia, termasuk Jawa Timur, Sumatra Utara, Makassar, Kupang, Bali, Sulawesi Barat, dan lainnya. Faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, keberadaan inang, dan aktivitas manusia dapat mempengaruhi penyebaran cacing Anisakidae di perairan Indonesia. Ikan-ikan pemangsa seperti kerapu, cakalang, tongkol, layang, dan kakap merah rentan terinfeksi. Infeksi genus *Anisakis* dan *Pseudoterranova* pada manusia dapat menyebabkan penyakit anisakiasis dan *pseudoterranovosis* (Sari *et al.*, 2021).

Lebih lanjut dijelaskan bahwa species *Anisakis typica* menginfeksi ikan layang (*Decapterus russelli*) dari perairan Sulawesi Barat. Species *Anisakis simplex* ditemukan pada ikan selar bentong *(Selar crumenophthalmus*) di perairan Makassar. *Anisakis typica* juga menginfeksi ikan tongkol lisong *(Auxis rochei*) dari Sulawesi Barat, serta ikan tongkol krai (*A. thazard*) dan tongkol (*Euthynnus affinis*) dari Selat Makassar, yang menghubungkan Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Genus *Pseudoterranova* ditemukan pada ikan kerapu (*Epinephelus coioides*) dari perairan Pacitan, Jawa Timur, meskipun sebelumnya diyakini berasal dari Sulawesi. Temuan ini menunjukkan bahwa penyebaran cacing Anisakidae di perairan Indonesia lebih luas dan kompleks daripada yang diperkirakan sebelumnya.

d Tangkapan Berlebih (*Overfishing*)

Indonesia merupakan negara kepulauan yang kaya akan sumber daya laut. Namun menghadapi masalah terkait praktik penangkapan ikan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (IUUF), yang mempengaruhi produksi ikan dan keberlanjutan ekosistem laut. Kegiatan ilegal ini tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomi tetapi juga berkontribusi terhadap degradasi terumbu karang dan keanekaragaman hayati laut. Pemerintah Indonesia telah mengambil langkah-langkah untuk mengatasi masalah ini melalui promosi penangkapan ikan IUU sebagai kejahatan terorganisasi transnasional untuk mendapatkan dukungan dan kerja sama internasional.

Tekanan penangkapan ikan yang tinggi menyebabkan perubahan evolusioner pada ukuran masa dewasa ikan menjadi lebih kecil. Hal ini dibuktikan pada spesies ikan *Decapterus macarellus* di perairan Indonesia. Penelitian dari Retnoningtyas *et al.* (2023) mengungkapkan fakta bahwa tekanan penangkapan yang tinggi di Laut Sulawesi menyebabkan ukuran masa dewasa pertama *D. macarellus*

di Laut Sulawesi sebesar 23,9 cm. Hasil penelitian membuktikan bahwa tekanan penangkapan mempengaruhi biologi reproduksi ikan. Ukuran masa dewasa pertama dapat menjadi proksi berharga untuk menilai intensitas tekanan penangkapan pada stok ikan. Diketahui armada penangkapan ikan kecil pelagis didominasi oleh pukat cincin mini dengan ukuran jaring 1 inch. (2,54 cm), selain itu kapal penangkapan berukuran sedang (10-30 GT) mendominasi operasi di Laut Sulawesi sebesar 48%.

Decapterus macarellus merupakan spesies ikan pelagis kecil yang berperan penting dalam rantai makanan ekosistem perairan Sulawesi. Penangkapan berlebihan yang menyebabkan tekanan penangkapan tinggi dapat mengurangi populasi *D. macarellus*. Hal ini berpotensi mempengaruhi stabilitas jaring makanan di ekosistem tersebut. Penurunan jumlah *D. macarellus* dewasa yang berfungsi sebagai pemijah alami dapat mengancam kelangsungan reproduksi dan populasi spesies ini. Perubahan ukuran masa dewasa lebih cepat pada *D. macarellus* di Laut Sulawesi karena tekanan penangkapan dapat mengubah sifat-sifat historis hayat dan ekologi jenis ini (Retnoningtyas *et al.*, 2023).

e Polusi

Hasil penelitian dari Mueller *et al.*, (2022) yang dilakukan di Sulawesi Utara, Indonesia menunjukkan bahwa sampah plastik merupakan penyumbang utama pencemaran sampah laut, dengan botol, gelas, dan wadah plastik menjadi barang yang paling umum ditemukan di pantai. Akumulasi sampah paling tinggi terjadi di zona pantai bagian atas, yang menunjukkan adanya masukan sampah baru, sementara di zona perairan jumlah sampah lebih sedikit akibat pelapukan dan tenggelamnya sampah. Studi ini juga menyoroti dampak sampah terhadap terumbu karang, khususnya karang seperti *Porites cylindrica*, yang menyebabkan pemutihan dan pertumbuhan alga yang berlebihan.

Dampak antropogenik terhadap perairan dan ekosistem pesisir Indonesia merupakan masalah yang signifikan, seiring dengan meningkatnya polutan di daratan yang berdampak pada ekosistem tropis. Hasil penelitian Adyasari *et al.*, (2021) mengungkapkan bahwa dari tahun 1986 hingga 2021 menunjukkan bahwa nutrisi, logam berat, polutan organik, dan sampah plastik adalah kontaminan yang paling banyak dipelajari, dan banyak di antaranya yang melebihi batas standar. Ekosistem terumbu karang sangat sensitif terhadap gangguan ini, dengan wilayah utama pencemaran yang teridentifikasi di Pulau Jawa, Sulawesi, dan Teluk Jakarta. Upaya pengelolaan dan restorasi sangat penting untuk meningkatkan kualitas air pesisir dan kesehatan ekosistem di Indonesia.

e Perdagangan Biota Laut

Ancaman yang berdampak pada kelestarian biota laut adalah perdagangan hewan laut, biasanya diperuntukkan sebagai hewan peliharaan (ornamental). Perdagangan ini merupakan salah satu sektor penting dalam perdagangan hewan peliharaan internasional.

Akmal *et al.* (2020) menyatakan bahwa sebagian besar spesies yang diperdagangkan berasal dari alam liar dimana Indonesia merupakan salah satu negara penyuplai utama. Hasil studi teridentifikasi sebanyak 777 spesies hewan laut yang diperdagangkan di Indonesia, termasuk spesies ikan, hiu, langsat, kerang, dan lain sebagainya. Ditemukan pula spesies yang terancam punah seperti ikan Cardinal Banggai dan hiu belang. Propinsi Bali merupakan eksportir utama ikan hias dari Indonesia, diketahui nilai ekspor ikan hias Indonesia antara 2015-2019 mencapai 3,3 juta kg senilai 33 juta USD. Wilayah Sulu-Sulawesi tercatat ada sebanyak 452 kasus perdagangan satwa liar pada periode Juni 2003 sampai September 2021. Jumlah kasus terbanyak pada kelompok penyu/kura-kura (laut dan air tawar) sebanyak 128 kasus, burung penyanyi (40), burung beo (39), trenggiling (36), dan moluska (35) (Armstrong *et al.*, 2023). Menurut Nijman (2019) di Sulawesi terdapat beberapa spesies moluska dilindungi yang diperdagangkan seperti *Tectus niloticus* (lola), *Tridacna* spp. (kima) dan *Nautilus pompilius* (nautilus) karenanya perdagangan ini dapat berdampak negatif pada keberlanjutan dan keanekaragaman hayati.



Taman Nasional Gandang Dewata
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

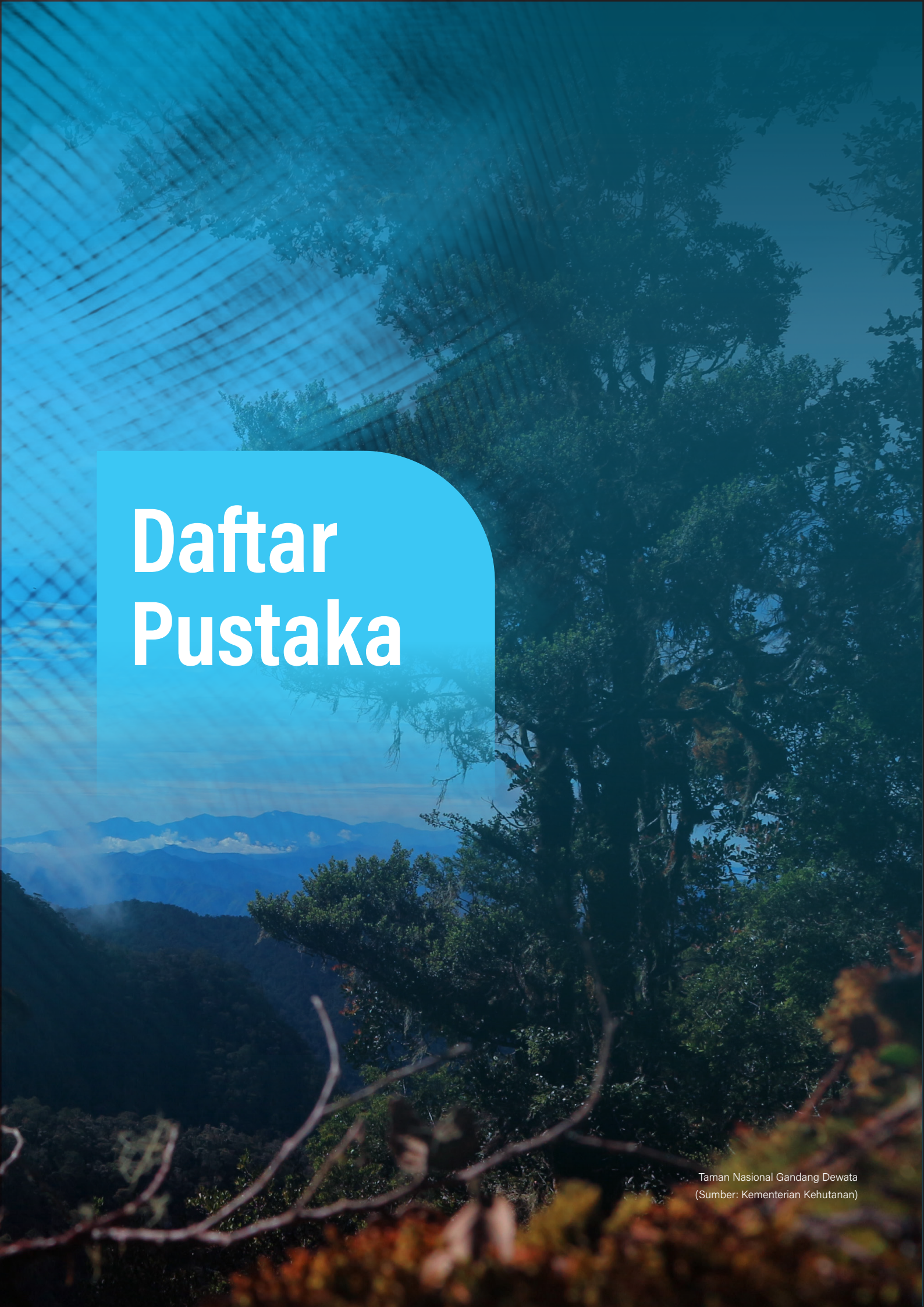
Ucapan Terima Kasih



Kami mengucapkan terima kasih kepada Kepala Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan – Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), yang telah memberikan kepercayaan kepada tim penulis untuk menyelesaikan penulisan buku ini. Ucapan terima kasih kepada Kepala Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi, selaku koordinator harian kegiatan, serta Kepala Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi, Kepala Pusat Riset Oseanografi, Kepala Pusat Riset Zoologi Terapan, Kepala Pusat Riset Mikrobiolgi Terapan dan Kepala Pusat Riset Limnologi. Ucapan terima kasih khususnya kepada pimpinan Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) selaku penanggung jawab persiapan dokumen perencanaan Nasional *Indonesia Biodiversity Strategies and Action Plans* (*IBSAP*), GIZ Indonesia sebagai penyandang dana, para penulis, kontributor, staf administrasi, serta tim pendukung lainnya, sehingga buku Ekoregion Sulawesi ini dapat diselesaikan.



Daftar Pustaka



Taman Nasional Gandang Dewata
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

Abbas, H. H., Sakakibara, M., Sera, K., Arma, L. H., 2017. Mercury Exposure and Health Problems in Urban Artisanal Gold Mining (UAGM) in Makassar, South Sulawesi, Indonesia. Geosciences 2017, 7, 44; doi:10.3390/geosciences7030044

Abegg, C., & Thierry, B. (2002). Macaque evolution and dispersal in insular south-east Asia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 75(4), 555–576. https://doi.org/10.1046/j.1095-8312.2002.000e45.x

Acciaioli G, Nasrum M. 2020. Frontierisation Dan Defrontierisation Sebagai Kerangka Untuk Studi Marjinalitas: Kasus Dataran Lindu Di Sulawesi Tengah.

Achmadi, A.S., Amir, H., Ibnu, M., Pungki, L., Vera, B.L.S., Sih, K., Abdulrokhman, K., Marlina, A., Enung, S.M., & Atit, K. 2018. Ekspedisi Sulawesi Barat Flora, Fauna, dan Mikroorganisme Gandang Dewata: Lipi Pers. Jakarta.

Adhawati, S.S. dan Mansyur, S. M. 2023. Potensi dan Proyeksi PDRB Sektor Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan. Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan Vol. 18, No 2. Pp. 133-140.

Adiati Umi dan Brahmantiyo B. 2015. Karakteristik Morfologi Rusa Timor (Cervus timorensis) di Balai Penelitian Ternak Ciawi. Balai Penelitian Ternak Ciawi.

Adinandra, S. dan Iqbal, M. 2018. Pembuatan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berkapasitas 100 watt. Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogjakarta.

Adrianto, L., Al, Amin, A., Solihin, A., Hartoto, D. I. & Satria, A. (2010). *Konstruksi Lokal Pengelolaan Perikanan di Indonesia*. IPB Press, Bogor: 140 hlm.

Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. 16p. DOI: 10.5716/WP12056.PDF.

Agussalim, M. S., Ariana, Saleh, R. 2023. Kerusakan Lingkungan Akibat Pertambangan Nikel Di Kabupaten Kolaka Melalui Pendekatan Politik Lingkungan. Journal of Social Religion Research. Vol.8, No.1: 37-48. ISSN(P): 2527-3744; ISSN(E):2527-3752 DOI: http://10.24256/pal.v8i1.3610.

Ahmad, Jamal Mukaddas. (2017). Analisis Potensi Pengembangan Ekowisata Di Kawasan Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. Buletin Sosek. Edisi no 35 tahun ke-19

Alang, Hasria, Hastuti & Muhammad Sri Yusal. 2021. Inventarisasi tumbuhan obat sebagai uoaya swamedikasi oleh masyarakat Suku Tolaki Desa Puundoho, Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara. Jurnal Ilmiah Farmasi 17 (1): 19-33.

Aldiansyach, C.A., Mahendra, A., Amalia, N.R.A.S., Dimarti, S.C., Suranto, R.D.P., 2014. Diversity Member of Class Asteroidea in Poopoh Beach, Minahasa, Sulawesi Utara. Indonesian Scholars Journal ISJ-005-00129.

Ali, Nurlia & Adha Sinilele. 2019. Kearifan Lokal dalam Melestarikan Pulau dan laut di Pulau Bonetambu Sulawesi Selatan. Hasanuddin Journal of Sociology 1 (2): 101-115

Alikodra, H. S.. 2010. Pengelolaan Satwa Liar dalam rangka mempertahankan keanekaragaman hayati Indonesia Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

Allen, G.R. and Adrim, M., 2003. Coral reef fishes of Indonesia. Zoological Studies-Taipei-, 42(1), pp.1-72.

Alvard, M. (2000). The potential for sustainable harvests by traditional Wana hunters in Morowali Nature Reserve, Central Sulawesi, Indonesia. *Human Organization*, *59*(4), 428-440.

Amboupe, Dewi Sartika, Alex. H & Y. Purwanto. 2019. Kajian Etnobotani Tumbuhan Pangan Masyarakat Suku Bentong di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan-Indonesia. Media Konservasi 24 (3): 278-286.

Amrullah, M. 2015. Representasi Makna Simbolik Dalam Ritual Perahu Sandeq Suku Mandar di Sulawesi Barat. Skripsi pada Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Hasanuddin.

Anas K, Naping H, Salman D, Tenriwaru N. 2023. Impact of palm plantation in west sulawesi province: a preliminary study. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1134 (2023) 012047. doi:10.1088/1755-1315/1134/1/012047.

Anggariani, D., Sahar, S., Syaiful, M. 2020. Tambang Pasir dan Dampak Sosial Ekonomi Masyarakat di Pesisir Pantai. SIGn Journal of Social Science. Vol. 1, No. 1: 015-029. e-ISSN: 2745-374X.

Anggraeni, T. Simanjuntak, P. Bellwood & P. Piper. (2014). Neolithic foundations in the Karama valley, West Sulawesi, Indonesia. ANTIQUITY 88: 740-756.

Anita. (2019). Ma'Teseng (Studi Kearifan Lokal Masyarakat di Desa Massenreng Pulu Kecamatan Lamuru Kabupaten Bone). Universitas Negeri Makasar: Skripsi

ANRI. *Kultuur Verslag van het Gouvernement Celebes en Onderhoorigheden over het Jaar 1860.*

Aoyama J, Wouthuyzen S, Miller MJ, Sugeha HY, Kuroki M, Watanabe S, Syahailatua A, Tantu FY, Hagihara S, Triyanto, Otake T, Tsukamoto K. 2018. Reproductive ecology and biodiversity of freshwater eels around Sulawesi Island Indonesia. Zool Stud 57:30. doi:10.6620/ZS.2018.57-30.

Arafah, N., Darusman, D., Suharjito, D., Sundawati, L. (2008). Kaindea: Adaptasi pengelolaan hutan masyarakat di pulau-pulau kecil. *Jurnal Manajemen Hutan Tanaman* 14 (3), 130-136.

Arbi, U.Y., Ndone, S., and Dirhamsyah., 2022. Ikan Capungan Banggai (Pterapogon kauderni): Sebuah catatan bioekologi dan introduksi. Balai Pustaka, Jakarta: 191 hlm.

Ardi, W.H., Chikmawati, T., Witono, J.R. & Thomas, D.C. (2018) A synopsis of Begonia (Begoniaceae) of southeastern Sulawesi including four new species. Phytotaxa 381, 27–50. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.381.1.7

Ardiantiono, Henkanaththegedara, S. M., Sideleau, B., Sheherazade, Anwar, Y., Haidir, I. A., & Amarasinghe, A. A. T. (2023). Integrating social and ecological information to identify high-risk areas of human-crocodile conflict in the Indonesian Archipelago. *Biological Conservation*, *280*, 109965. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.109965

Ardianto, 2018, *Analisis Penyerapan Tenaga Kerja Pada Industri Pertambangan Nikel Di Desa Morosi Kecamatan Morosi Kabupaten Konawe. Skripsi S1. Program Studi Ekonomi pembangunan, Jurusan Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi Dan Bisnis.Universitas Halu Oleo Kendari.*

Ariani, Surjono, Ismu Rini Dwi Ari. (2015). Bentuk Pengelolaan Sumberdaya Hutan di Desa Kololio Kepulauan Togean, Sulawesi Tengah. Indonesian Green Technology Journal 4 (2): 36-45

Arjana, A. Afifah, A. N., Patilac, Y.A., Anas, A. V. 2020. Valuation of Environmental Impact Due to Material Construction Mining, Gowa, South Sulawesi. EPI International Journal of Engineering Volume 3, Number 1:90-94. pISSN 2615-5109. pp. eISSN 2621-0541. DOI: 10.25042/epi-ije.022020.13.

Arkham, M. N., Wahyudin, Y., Pahlevi, M. R., & Hutapea, R. M. F. (2020). Jasa penyedia ekosistem terumbu karang di Kawasan Suaka Alam Perairan Kepulauan Raja Ampat dari perspektif valuasi ekonomi. Jurnal Kelautan, 13(3): 239-248.

Arsyad, Masita. 2015. Etnobotani Tumbuhan Lontar (*Borassus flabelifer*) di Desa Bonto Kassi Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alaudin Makassar: Skripsi

Asis, Abdul, Raodah & Tini Suryaningsih. 2019. Kuliner Tradisional pada Upacara Adat Sulawesi Selatan. Makassar: UPT UNHAS Press

Asrianny, A., Saputra, H., & Achmad, A. (2018). Identifikasi Keanekaragaman Dan Sebaran Jenis Burung Untuk Pengembangan Ekowisata Bird Watching Di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. Perennial, 14(1), 17.

Astuti, NS., Makmur, Karim I, Nurlaela, Abdullah, MA, Dahniar. 2020. Contribution of oil palm (*Elaeis guineensis* J.) plantations to farmers' income in West Sulawesi. Anjoro: International Journal of Agriculture and Business, 1(2). DOI: 10.31605/anjoro.v1i2.892.

Axelrod, H.R. & W. Vonderwinkler. 1986. Encyclopedia of Tropical Fishes. T.F.H.Publication, Inc., Canada. 521 p

Azhar, R., & Khairina. (2023). *Positif, Virus African Swine Fever Penyebab Kematian Babi Kutil Sulawesi*. Kompas. https://regional.kompas.com/read/2023/09/11/131403778/positif-virus-african-swine-fever-penyebab-kematian-babi-kutil-sulawesi?page=all

Azhar, R.A., & Utomo, A.P. 2022. KLHK Keluarkan Strategi dan Rencana Aksi Konservasi Maleo Senkawor. Kompas.com. https://regional.kompas.com/read/2022/08/19/132154178/klhk-keluarkan-strategi-dan-rencana-aksi-konservasi-maleo-senkawor.

Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Barat [BPS-Sulbar]. 2022. Provinsi Sulawesi Barat Dalam Angka 2022. Mamuju:BPS Provinsi Sulawesi Barat.

Badan Pusat Statistik (BPS), Provinsi Sulawesi Utara dalam angka, 2023. Sulawersi Utara: BPS

Badan Pusat Statistik Provinsi Gorontalo [BPS-Gorontalo]. 2022. Provinsi Gorontalo Dalam Angka 2022. Gorontalo: BPS Provinsi Gorontalo.

Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan [BPS-Sulsel]. 2022. Provinsi Sulawesi Selatan Dalam Angka 2022. Makassar: BPS Provinsi Sulawesi Selatan.

Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tengah [BPS-Sulteng]. 2022. Provinsi Sulawesi Tengah Dalam Angka 2022. Palu: Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tengah.

Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tenggara [BPS-Sultra]. 2022. Provinsi Sulawesi Tenggara Dalam Angka 2022. Kendari: BPS Provinsi Sulawesi Tenggara.

Bainta F. 2021. Impact of Oil Plam Plantation Expansion in Kecamatan Karossa, Kabupaten Mamuju Tengah (Hasanuddin University).

Bakri, Muhammad, Kuthfiah & Ahmad Kasim. 2020. Concept based on Local Wisdom of Kaili Ethnic "Tampa Nu Bau" for Disaster Mitigation of Sea Storm. MATEC Web of Conference 331 ICUDR 2019: 1-5.

Balasubramaniam, K. N., Aiempichitkijkarn, N., Kaburu, S. S. K., Marty, P. R., Beisner, B. A., Bliss-Moreau, E., Arlet, M. E., Atwill, E., & McCowan, B. (2022). Impact of joint interactions with humans and social interactions with conspecifics on the risk of zooanthroponotic outbreaks among wildlife populations. *Sci Rep*, *12*(1), 11600. https://doi.org/10.1038/s41598-022-15713-6

Baranowski, K., & Bharti, N. (2023). Habitat loss for black flying foxes and implications for Hendra virus. *Landsc Ecol*, *38*(6), 1605-1618. https://doi.org/10.1007/s10980-023-01642-w

Basri, I,D., Sakakibara, M., Sera K., & Kurniawan, A. 2017. Mercury Contamination of Cattle in Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Bombana, Southeast Sulawesi, Indonesia. Geosciences 2017, 7, 133; doi:10.3390/geosciences7040133.

Basri, Sakakibara, M., Sera, K., 2017. Current Mercury Exposure from Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Bombana, Southeast Sulawesi, Indonesia—Future Significant Health Risks. Toxics 2017, 5, 7; doi:10.3390/toxics5010007.

Bataragoa NE dan Kambey AD. 2021. Spesies Ikan pada sungai-sungai di Semenanjung Utara Pulau Sulawesi (Species of Fish in rivers in the Northern Peninsula of Sulawesi Island). Jurnal Ilmiah Platax 9(1):66-88

BBSDLP. (2010). Peta Jenis Tanah Indonesia Skala 1:1000000. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian, Kementerian Pertanian

Beavis, S. & Mc William, A., 2018. Muddy rivers and toxic flows: Risks and impacts of artisanal gold-mining in the riverine catchments of Bombana, Southeast Sulawesi (Indonesia). Between the Plough and the Pick Informasl, Artisanal and Small-Scale Mining in the ContemporaryWorld. Editor: Kuntala Lahiri Dutt. The Australian National University Publisher. ISBN(s): 9781760461713 (print); 9781760461720 (eBook).

Bental, W. P., Siahaan, R., & Maabuat, P. V. (2017). Keanekaragaman Vegetasi Riparian Sungai Polimaan, Minahasa Selatan – Sulawesi Utara (Riparian Vegetation Diversity of Polimaan River, South Minahasa- Sulawesi Utara). JURNAL BIOS LOGOS, 7(1). https://doi.org/10.35799/jbl.7.1.2017.16254

Bird, B. H., & Mazet, J. A. K. (2018). Detection of Emerging Zoonotic Pathogens: An Integrated One Health Approach. *Annual Review of Animal Biosciences*, *6*. https://doi.org/10.1146/annurev-animal-

BirdLife International (2023) Species factsheet: Rhyticeros cassidix. Downloaded from http://www.birdlife.org on 21/03/2023.

Biro Komunikasi, Layanan Informasi, dan Persidangan Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Haryo Limanseto. https://ekon.go.id/publikasi/detail/3247/kunjungi-sulawesi-tengah-menko-airlangga-lepas-ekspor-kakao-biji-sebagai-komoditas-andalan-provinsi diakses pada 15 Maret 2023.

Bone RE & Atkins HJ. 2013. Four new species of Cyrtandra (Gesneriaceae) from the Latimojong mountains, South Sulawesi. Edinburgh J. Bot. 70(3): 455–468.

Booth, T. H., Nix, H. A., Busby, J. R., & Hutchinson, M. F. (2014). BIOCLIM: the first species distribution modelling

package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies. *Diversity and Distributions*, 20(1), 1-9.

Borahima, R., Arfah, M., dan Salim, M. (1977). *Jenis-jenis Perahu Bugis Makassar.* Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan

Bowman, M., Davies, P., & Redgwell, C. (2010). Wildlife and pollution. In Lyster's International Wildlife Law (pp. 700-716). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511975301.023

BPS dalam angka, 2023

BPS. 2022. Provinsi Sulawesi Selatan Dalam Angka. Badan Pusat Statistik

BPS. 2023a. Provinsi Gorontalo Dalam Angka. Badan Pusat Statistik

BPS. 2023b. Provinsi Sulawesi Utara Dalam Angka. Badan Pusat Statistik

BPS. 2023c. Provinsi Sulawesi Barat Dalam Angka. Badan Pusat Statistik

BPS. 2023d. Provinsi Sulawesi Tengah Dalam Angka. Badan Pusat Statistik

BPS. 2023e. Provinsi Sulawesi Tenggara Dalam Angka. Badan Pusat Statistik

BPS. 2023f. Provinsi Sulawesi Selatan Dalam Angka. Badan Pusat Statistik

Braito, M.T., Bock, K., Flint., C., Muhar, A., Muner, S., Penker, M.. 2024. Human-Nature Relationships and Linkages to Enviromental Behaviour. Forthcoming in Enviromental Values @The White Horse Press http://www.whpress.co.uk (Diakses pada Januari 2024)

Brumm A, Bulbeck D, Hakim B, Burhan B, Oktaviana AA, Sumantri I, *et al*. (2021) Skeletal remains of a Pleistocene modern human (Homo sapiens) from Sulawesi. PLoS ONE 16(9): e0257273. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257273

Brumm, A., Oktaviana, A.A., Burhan, B., Hakim, B., Lebe, R., Zhao, J-X., Sulistyarto, P.H., Ririmasse, M., Ahhityatama, S., Sumatri, I., and Aubert., M. 2021. Oldest Cave art Found in Sulawesi. Science Advances Vol 7, Issue 3. DOI: 10.1126/sciadv.abd46

Budianto Hakim, Sue O'Connor and David Bulbeck. 2018. In: *The Archaeology of Sulawesi: Current Research on the Pleistocene to the Historic Period*, edited by Sue O'Connor, David Bulbeck and Juliet Meyer. ANU Press, The Australian National University, Canberra, Australia

Burdam, Yohanes, Agus Sholahuddin, Kridawati Sadhana. 2020. Kumawus Tradition: Cultural Studies in the To' mbulu SubEthnic Community, Walian Village, South Tomohon District in Tomohon City. Tehchnium Social Science Journal 11: 462-477.

Cannon, C.H., Harting, J., Salim, A. & Summers, M. 2005. The vegetation of Sulawesi: Coarse filter analysis. Report. Bogor: The Nature Conservancy.

Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography. 22:361-369.

Carlson, R.E. 1980. More complications in the chlorophyll-Secchi disk relationship. Limnology and Oceanography. 25:378-382.

Carson, Mike T. & Hsiao-chun Hung. 2018. Learning from Paleo-Landscapes: Defining the Land-Use Systems of the Ancient Malayo-Polynesian Homeland. Current Anthropology 59 (6): 790-813

Chandra, W. (2020). Pemanaran, semangat kolektif, dan lahirnya pengakuan hutan adat Orong. Mangobay, 29 September 2020. https://www.mongabay.co.id/2020/09/29/pemanaran-semangat-kolektif-dan-lahirnya-pengakuan-hutan-adat-orong/. Akses tanggal 1 Mei 2023.

Chandra, W. (2022). Berharap pengakuan hutan adat Barambang. Mongabay, 30 September 2022. https://kemitraan.or.id/publication/berharap-pengakuan-hutan-adat-barambang/. Akses tanggal 1 April 2023.

Coccon, F., & Fano, S. (2020). Effects of a new waste collection policy on the population of yellow-legged gulls, Larus michahellis, in the historic centre of Venice (Italy). *European Journal of Wildlife Research*, *66*(4), 50. https://doi.org/10.1007/s10344-020-01384-z

Conde, M., 2017. Resistance to mining: a review" Ecol. Econ. 132, 80–90. https://doi.org/ 10.1016/j.

ecolecon.2016.08.025.

Conde, M., Le Billon, P., 2017. Why do some communities resist mining projects while others do not? Extract. Ind. Soc. 4 (3), 681–697. https://doi.org/10.1016/j.exis.2017.04.009.

Daris, L., Asriandi, Irwansyah, Arifandi. 2023. Analisis Dampak Penambangan Pasir Luat Terhadap Sosial Ekonomi Msyarakat Desa Aeng Batu Batu, Kecamatan Galesong Utara Kabupaten Takalar (Studi Kasus Penambangan Pasir Laut PT. Gasing Sulawesi).

Darma, I.D.P, Arka I.M & Suarka IK. 2005. Eksplorasi flora di kawasan hutan Latimojong, Luwu, Sulawesi Selatan. Laporan Teknik Program Perlindungan dan Konservasi Sumber Daya Alam, Kebun Raya Eka Karya, Bali

Darmawan, W., Rahayu, I., Lumongga, D., Putri, R., Mubarok, M., & Gérardin, P. (2021). Selected Properties of Macassar Ebony (*Dyospiros celebica*) from Plantation. *Journal of Tropical Forest Science*, 33(1), 1–10.

Daszak, P., Cunningham, A. A., & c, A. D. H. (2001). Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Tropica*, *78*.

De Grave, S. and Moosa, M.K. 2004. A new species of the enigmatic shrimp genus Pseudocheles (Decapoda: Bresiliidae) from Sulawesi (Indonesia),with the designation of a new farmily Pseudochelidae. Crustacean Research,33: 1-9.

Deharveng, *et al*. 2007. *Zoological Investigations in The Karst of South and Southeast Sulawesi. Project Report. Museum National d'Histoire Naturelle de Paris. Paris. Unpublished.*

Deharveng, L. & Bedos, A. (2000) The cave fauna of Southeast Asia. Origin, Evolution and Ecology. In: H. Wilkens, D. C. Culver, and W. F. Humpreys (Eds), Ecosystems of the world 30 Subterranean Ecosystem. Elsevier, Amsterdam, pp. 603–632.

del Hoyo, J.; Elliott, A.; Sargatal, J. 2001. Handbook of the Birds of the World, vol. 6: Mousebirds to Hornbills. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Deng, Zhenhua, Hsiao-chun Hung, Mike T. Carson, Adhi Agus Oktaviana, Budianto Hakim & Truman Simanjuntak. 2020. Validating earliest rice farming in the indonesian Archipelago. Scientific Reports: Nature Research 10: 1-9

Desiana, Roslinda, E., Kartika S.M..2019. Jasa Lingkungan Taman Keanekaragaman Hayati (KEHATI) Badan Lingkungan Hidup Di Kabupaten Sekadau Tahun 2017. Jurnal Hutan Lestari vol. 7(1): 442-452

Detik.com (https://news.detik.com/berita/d-6525090/heboh-air-laut-di-sulsel-berubah-warna-pemkab-larang-warga-makan-ikan) (19 Januari 2023)

Dewi, Winda Kusuma. 2020. Korelasi Antara Aktivitas Deforestasi dan Perburuan Hewan Liar terhadap Wabah Penyakit Zoonosis. Prosiding Seminar Nasional Kedokteran Hewan, Surabaya, 05 Desember 2020. e-ISBN : 978-602-70438-2-4

Dickman, A. J. (2010). Complexities of conflict: The importance of considering social factors for effectively resolving human-wildlife conflict: Social factors affecting human-wildlife conflict resolution. *Animal Conservation*, *13*(5), 458–466. https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2010.00368.x

Direktorat Konservasi Tanah dan Air Ditjen PDASRH. 2021. Peta Mangrove Nasional. Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia

Doderlein, L., 1917. Die Asteriden der Siboga-Expedition: Die Gattung Astropecten und Ihre Stammesgeschichte. Siboga Exped. 46a: 1-191, pls 1-17.

Doderlein, L., 1920. Die Asteriden der Siboga-Expedition: Die Gattung Luidia und Ihre Stammesgeschichte. Siboga Exped. 46b: 1-293, pls 1-20.

Doderlein, L., 1936. Die Asteriden der Siboga-Expedition: Die Untersukue Oreasterinae. Siboga Exped. 46b: 1-368, pls 1-32.

Downes.,B *et al*. 2002. Monitoring Ecological Impacts: Concepts and Practice in Flowing Water. New York: Cambridge University Press.

Doya, S. (2023). *Tiga Cara ini Efektif Mengusir Monyet dari Kebun Sawit—Elaeis.co*. https://www.elaeis.co/berita/baca/tiga-cara-ini-efektif-mengusir-monyet-dari-kebun-sawit

Dudzińska, M., & Dawidowicz, A. (2021). Detecting the

Severity of Socio-Spatial Conflicts Involving Wild Boars in the City Using Social Media Data. *Sensors*, *21*(24), Article 24. https://doi.org/10.3390/s21248215

Edinger, E. N., Siregar, P., R., & Blackwood, G., M., 2006. Heavy metal concentration in shallow marine sediment affected by submarine tailing disposal and artisanal gold mining, Buyat-Ratotok district, North Sulawesi, Indonesia. Environmenta Geology. 52_701-714. DOI 10.1007/s00254-006-0506-8.

Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17(1): 43-57.

Evans, B. J., Morales, J. C., Supriatna, J., & Melnick, D. J. (1999). Origin of the Sulawesi macaques (Cercopithecidae: Macaca) as suggested by mitochondrial DNA phylogeny. *Biological Journal of the Linnean Society*, *66*(4), 539–560. https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1999.tb01925.x

Fakhri 2018. In: *The Archaeology of Sulawesi: Current Research on the Pleistocene to the Historic Period*, edited by Sue O'Connor, David Bulbeck and Juliet Meyer,. ANU Press, The Australian National University, Canberra, Australia

FAO. (2023). *Protecting Eastern Indonesia from new disease outbreaks*. FAO Indonesia. https://www.fao.org/indonesia/news/detail-events/ar/c/1646251/

FAO. 1976. Digital Soil Map of the World | Scale 1:5000000. Food and Agriculture Organization. https://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1026564/ (Diakses pada xx xxxxx 2021)

Farjon, A. (2010). *A Handbook of the World's Conifers*. Brill. https://brill.com/display/title/17009

Fathurrahman, Jefri Nursanto, Andriany Madjid, Ramadanil. (2016). Ethnobotanical study of "Kaili Inde" tribe in Central Sulawesi Indonesia. Emirates Journal of Food and Agriculture. 28(5): 337-347

Febriani, W. D., Saepuloh, U., Ayuningsih, E. D., Saputro, R. S., Purbatrapsila, A., Nangoy, M. J., Ransaleleh, T. A., Wahyuni, I., Dako, S., Noviana, R., Iskandriati, D., Tumbelaka, L. I., & Pamungkas, J. (2018). Bat Coronavirus of Pteropus alecto from Gorontalo Province, Indonesia. *The International Journal of Tropical Veterinary and Biomedical Research*, *3*(2), 34-42.

Fitriatunnisa, Nur. 2021. Pemanfaatan Tumbuhan pada Upacara Siklus Hidup Suku Kaili Da'a dan Pemanfaatannya sebagai Sumber Belajar di Desa Uwemanje Kecamatan Konivaro Kabupaten Sigi. Universitas Tadulako: Skripsi

Forman, R. T. T. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. Landscape Ecology 10:133–142.

Froehlich, J. W., Schillaci, M. A., Jones-Engel, L., Froehlich, D. J., & Pullen, B. (2003). A Sulawesi Beachhead by Longtail Monkeys (macaca Fascicularis) on Kabaena Island, Indonesia. *Anthropologie (1962-)*, *41*(1/2), 17–24.

Gautam, S., Patra, A.K., Sahu, S.P., Hitch, M., 2016. Particulate matter pollution in open cast coal mining areas: a threat to human health and environment" Int. J. Min. Reclam. Environ. 32 (2), 75–92. https://doi.org/10.1080/17480930.2016.1218110.

Gayo, I (ed). 1990. Buku Pintar Nusantara. Upaya Warga Negara. Jakarta.

Giessen, Wim, Stephan Wulffraat, Max Zieren and Liesbeth Scholten. 2006. *Mangrove Guidebook of South East Asia.* FAO and Wetlands International, Bangkok

Giyanto, M. Abrar, T.A, Hadi, A. Budiyanto, M. Hafizt, A. Salatalohy, M.Y. Iswari. 2017. Status Terumbu Karang Indonesia 2017. COREMAP-CTI, Pusat Penelitian Oseanografi- LIPI: 30 hal, ISBN 978-602- 6664-09-9.

Giyanto, Sari, N. W. P., Siringoringo, R. M., Abrar, M., Hadi, T. A., Hermanto, B., Alifatri, L. O., Fauzi, I., & Kurniawan, F. (2021). Potensi Terumbu Karang Indonesia Tahun 2021. Pusat Riset Oseanografi, Badam Riset dan Inovasi Nasional. Jakarta

Giyanto, Siringoringo, R. M., Abrar, M., Hermanto, B., Hadi, T. A., Utama, R. S., Sari, N. W. P., Alifatri, L. O., & Yudistira, A. (2022). Indeks Kesehatan Terumbu Karang di Indonesia. Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional. Jakarta

Global Forest Watch. (2023). Interactive World Forest Map and Tree Cover Change Data - Indonesia. https://www.globalforestwatch.org/map/ (Diakses pada 3 Maret

2023).

Guinat, C., Gogin, A., Blome, S., Keil, G., Pollin, R., Pfeiffer, D. U., & Dixon, L. (2016). Transmission routes of African swine fever virus to domestic pigs: current knowledge and future research directions. *Vet Rec*, *178*(11), 262-267. https://doi.org/10.1136/vr.103593

Gunawan H. 2000. Populasi dan status habitat Buaya Muara *(Crocodylus porosus)* di Sungai Cerekang, Kec. Malili, Kab. Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Kehutanan "Peningkatan peranan litbang untuk pembangunan regional Sulawesi", Balai Penelitian Kehutanan, Makassar: 124 - 133.

Gunawan H. 2000. Strategi burung Maleo (*Macrocephalon maleo* SAL. MULLER 1846) dalam seleksi habitat tempat bertelurnya di Sulawesi. Thesis Magister Sains Program Pascasarjana IPB. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Gunawan H. 2003a. Profil masyarakat adat Cerekang dan kearifan tradisional dalam mengelola lingkungan dan sumber daya alam. Eboni 10: 62-81.

Gunawan H. 2003b. Populasi Buaya *(Crocodylus porosus)* di Sungai Cerekang, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Buletin Penelitian Kerhutanan 9(1): 67-76

Gunawan H. 2005. Desentralisasi: ancaman dan harapan bagi masyarakat adat (studi kasus masyarakat adat Cerekang di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan). Forest and Governance Programme Paper. CIFOR. Bogor.

Gunawan H. 2022. Peranan hutan mangrove sebagai habitat satwaliar di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, Sulawesi Tenggara. Buletin Penelitian Kehutanan; 8(2): 17 – 35.

Gunawan H. 2022. Peranan hutan mangrove sebagai habitat satwaliar di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, Sulawesi Tenggara. Buletin Penelitian Kehutanan; 8(2): 17 – 35.

Gunawan H. 1997. Teknik perburuan satwaliar secara tradisional di Sulawesi. Eboni 1(1): 41 - 59.

Gunawan H. 2005. Implementasi desentralisai salah, masyarakat adat menuai masalah. Forest and Governance Programme Brief. CIFOR. Bogor.

Gunawan H. 2020. Aspek Biologi AMDAL: Mengintegrasikan Keanekaragaman Hayati dalam AMDAL sebagai Mitigasi Kepunahan Spesies dan Ekosistem. Bogor: IPB Press.

Gunawan, H. 2011. Mengintegrasikan keanekaragaman hayati dalam AMDAL sebagai mitigasi dampak kepunahan spesies. Prosiding Seminar Nasional "meningkatkan kemampuan mitigasi dan adaptasi bencana melalui penelitian lingkungan, Forum Komunikasi Pascasarjana Ilmu Lingkungan-UNPAK, Bogor 2011.

Gunawan, H. 2014. Dampak rencana pembangunan jalan melintasi kawasan lindung terhadap keseimbangan ekosistem dan habitat. National Inception Workshop "Membangun ketahanan hutan hujan tropis sumatera untuk mitigasi perubahan iklim and keanekaragaman hayati", UNESCO-Pokja Wardun, Medan.

Gunawan, H. 2014. Dampak rencana pembangunan jalan melintasi kawasan lindung terhadap keseimbangan ekosistem dan habitat. National Inception Workshop "Membangun ketahanan hutan hujan tropis sumatera untuk mitigasi perubahan iklim and keanekaragaman hayati", UNESCO-Pokja Wardun, Medan.

Gunawan, H. 2020. Burung Maleo *(Macrocephalon maleo)*, Melawan Punah di Lanskap yang Terus Berubah. Dalam Atmoko, T. dan Gunawan, H. (Editor). Mengenal Lebih Dekat Satwa Langka Indonesia dan Memahami Pelestariannya. Bogor: IPB Press: 231-244.

Gunawan, H. 2020**.** Ekowisata Model "Inti-Plasma", Sebuah Tawaran dari Hutan Untuk Pemulihan Ekonomi di Masa Pandemi. Dalam Gunawan, H., Leksono, B. Santoso, A. & Djarwanto (Editor). Kumpulan Pemikiran 17 Profesor Riset untuk Pembangunan Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Bogor: IPB PRESS.

Gunawan, H. and Sugiarti. 2014a. Mekongga: hidden paradise of Sulawesi's biodiversity. Jakarta: LIPI Press.

Gunawan, H. dan Hadi, D.W. 2023. Keberlanjutan Keanekaragaman Hayati di Ibu Kota Negara. Policy Brief 17 (1).

Gunawan, H. dan Sugiarti. 2014b. Mekongga: harapan baru bagi pelestarian keragaman hayati Sulawesi. Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Ekologi dan Konservasi "Sumberdaya hayati dalam mendukung pembangunan

berkelanjutan, TN. Bantimurung Bulusaraung-Universitas Hasanuddin, Makassar.

Gunawan, H. dan Sugiarti. 2014b. Perlunya penunjukkan kawasan konservasi baru untuk mengantisipasi degradasi keanekaragaman hayati akibat perubahan RTRW di kawasan Wallacea (*Lesson Learnt* inisiasi pengusulan Taman Nasional Mekongga, Sulawesi Tenggara). Bio Wallacea: 1(3): 122-123.

Gunawan, H. dan Sugiarti. 2014c. Mekongga: harapan baru bagi pelestarian keragaman hayati Sulawesi. Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Ekologi dan Konservasi "Sumberdaya hayati dalam mendukung pembangunan berkelanjutan, TN. Bantimurung Bulusaraung-Universitas Hasanuddin, Makassar.

Gunawan, H. dan Sugiarti. 2023. Miniatur Ekoregion Indonesia di Kebun Raya Cibinong. Jakarta: Penerbit BRIN.

Gunawan, H., Walujo, E.B., Sulistyawati, E., Subarudi, Suharti, S., Sugiarti, Royyani, M.F., Lestari, V.B. 2012. Naskah akademik usulan perubahan fungsi kawasan hutan lindung komplek pegunungan Mekongga menjadi hutan konservasi. Bogor: ICBG Indonesia.

Gunawan, H., Waluyo, E.B., Sulistyawati, E., Sugiarti, Subarudi, Suharti, S., Royanni, M.F., Lestari VB, Susmianto A. 2013. Mekongga: a new spot for biodiversity conservation in Wallace zone. Makalah disampaikan pada "Second International Conference on Alfred Russell Wallace and The Wallacea", AIPI. Wangi-Wangi, Wakatobi, 10-13 November 2013.

Gustami dan Waluyo Heru, 2002. *Valuasi ekonomi biodiversity karst studi kasus valuasi ekonomi Kawasan karst Sulawesi selatan. Manusia dan lingkungan vol xI no 2 Juli 2002. Pusat studi lingkungan hidup UGM Yogyakarta Indonesia*

Hadi, T.A., Giyanto, Prayudha, B., Hafizt, M., Budiyanto, A., dan Suharsono., 2018. Status Terumbu Karang Indonesia. 26 hlm.

Hadi,T.A., Giyanto, Siringoringo, R.M., Budiyanto, A., Johan, O., Abrar, M., Sari, N.W.P., Sadarun, B., Prayudha, B., Sutiadi, R., Souhoka, J., Dzumalek, A.R., Sulha, S., Suharsono, 2020. Potential stock of stony corals in Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 441: 1-17.

Hadiaty RK. 2018. Status taksonomi iktiofauna endemik perairan tawar Sulawesi (Taxonomical status of endemic freshwater ichthyofauna of Sulawesi). Jurnal Iktiologi Indonesia, 18(2): 175-190 DOI: https://doi.org/10.32491/jii.v18i2.428

Hadiaty, R.K. dan S. Wirjoatmodjo. 2002. Studi pendahuluan biodiversitas dan distribusi ikan di Danau Matano, Sulawesi Selatan. Jurnal Iktiologi Indonesia 2 (2): 23 – 29

Hadisusanto, S. (2012). Vegetasi Kawasan Karst Gunungsewu. Prosiding Workshop Ekosistem Karst, Yogyakarta 18-19 Nov 2011. Diselenggarakan atas kerja sama LIPI, BKSDA Yogyakarta, dan Yayasan Kanopi Indonesia: 120-130.

Hadrawi, Muhlis. 2018. Sea Voyages and Occupancies of Malayan Peoples at the West Coast of South Sulawesi. International Journal of Malay-Nusantara Studies 1 (1): 80-95.

Haerulloh, A., Nurrohmah, S.L., Alim,M., Ampera, T. 2021. Identitas Budaya dan Sejarah Suku Bajo Di Bajo Pulau Pasca Nomaden. *Metahumaniora,* No.1, Volume 11, pp. 75-90.

Haffner, G.D, P.E Hehanusa, and D.I Hartoto, 2001. The Biology an physical process of large lakes of Indonesia: lakes Matano and Towuti, In M. Munawar and R.E Hecky (eds). The Great Lakes of The World (GLOW): Food-Web, Health and integrity, Netherlands

Hall, R. (2002). Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: computer-based reconstructions, model and animations. Journal of Asian Earth Sciences, 20(4), 353-431. doi:10.1016/S1367-9120(01)00069-4

Hamzah, A. Hadian Pratama, Nurhasanah, S. Harjati, S.B. Pangerapan & C. Suriani. (2023). Ethnobotanical Identification of Medicinal Plants Used by The Sangihe Tribe in Sangihe Archipelago District, North Sulawesi. Jurnal Pendidikan IPA 9 (7): 5765-5772.

Hapid A, Ariyanti A, Erniwati E, Suena NMDS, Adrianta KA, Yuniarti K, *et al*. Diversity of Types of Medicinal Plants and Local Wisdom of the Kaili Tribe in Processing Medicinal Plants Around the Forest Areas of Central Sulawesi, Indonesia. Pharmacogn J. Phcogj.com 2023;15(4): 535-54

Hardwick, J. L., Priston, N. E. C., Martin, T. E., Tosh, D. G., Mustari, A. H., & Abernethy, K. E. (2017). Community Perceptions of the Crop-Feeding Buton Macaque (Macaca ochreata brunnescens): An Ethnoprimatological Study on Buton Island, Sulawesi. *International Journal of Primatology*, *38*(6), 1102–1119. https://doi.org/10.1007/s10764-017-9999-0

Harmunanto, D. H., Akil, A., dan Ihsan. 2018. Potensi Perikanan dalam Peningkatan Perekonomian: Studi Kasus di Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional.

Hasanuddin, A.M Syaiful, Bernadeta AKW, R. Sardi & Suryatman. (2022). The Landscape of Austronesian Speakers in South and West Sulawesi, Indonesia. Advances in Social Science, Education and Humanities Research 660: 53-63

Hasanuddin, Bernadeta AKW, Andi Muhammad Syaiful, Lutfi Yondri, Iwan Sumantri, Muhammad Nur, Supriadi, Rustan, Isbahuddin, Khairun Al Ansyary, Khaidir Sirajuddin. 2020. Interaction: between the Tolean and Austronesian cultures in the Mallawa Area, Maros District, South Sulawesi. JOURNAL OF INDO-PACIFIC ARCHAEOLOGY 44:329–349

Hedges, S., Duckworth, J.W., Timmins, R., Semiadi, G. & Dryden, G. 2015. Rusa timorensis. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T41789A22156866. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T41789A22156866.en. Accessed on 21 June 2023.

Henderson, A. and Pitopang, R. 2018. Short communication. The rattans (Arecaceae) of Wallacea. Biodiversitas. 19(1): 18-21.

Henley, D. 2004. Rizification revisited: Re-examining the rise of rice in Indonesia, with special reference to Sulawesi. *Smallholders and Stockbreeders: Histories of Foodcrop and Livestock Farming in Southeast Asia.* Leiden: Brill.

Herjayanto M, Gani A, Adel YS, Suhendra N. 2019. Iktiofauna air tawar beberapa danau dan sungai inletnya di Provinsi Sulawesi Tengah, Indonesia (Freshwater fish of lakes and it's inlet rivers in Central Sulawesi Province, Indonesia. Journal of Aquatropica Asia 4(1):1-9

Hernawan, U.E., Rahmawati, S., Ambo-Rappe, R., Sjafrie, N.D.M., Hadiyanto, H., Yusup, D.S., Nugraha, A.H., Nafie, Y.A.L., Adi, W., Prayudha, B., Irawan, A., Rahayu, Y.P., Ningsih, E., Riniatsih, I., Supriyadi, I.H., & McMahon, K., 2021. The First Nation-Wide Assessment Identifies Valuable Blue-Carbon Seagrass Habitat In Indonesia Is In Moderate Condition. Science of The Total Environment, 782:1-11. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146818

Hidayah Z. 2015. Ensiklopedi Suku Bangsa di Indonesia. Jakarta (ID): Yayasan Pustaka Obor Indonesia.

Hijjang, P. (2005). Tide and Ammatoa Leadership: Re-understand the Traditional Leadership System of Indigenous Peoples in Forest Resource Management in Kajang, South Sulawesi. *Journal of Indonesian Technology, 29*(3), 263.

Hilliard, O.M. & Burrt.,B.L. 2022. A new species of Agalmyla (Gesneriaceae) from Sulawesi. Edinburgh Journal of Botany. Vol.59 No.2: 323-324.

Himawan, M.R. (2017). Komposisi hiu paus berdasarkan jenis kelamin, ukuran, perilaku kemunculan serta ancaman keberadaannya di perairan Indonesia. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 47 hal.

Himmi, S. K., Humaedi, M. A., & Astutik, S. (2014). Ethnobiological study of the plants used in the healing practices of an indigenous people Tau Taa Wana in Central Sulawesi, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, *20*, 841-846.

Hoffmann, P. (2005). *Antidesma in Malesia and Thailand*. Royal Botanic Gardens, Kew. https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/distributed/A/bo9854785.html

http://dx.doi.org/10.5716/WP17364.PDF

http://dx.doi.org/10.5716/WP17364.PDF

http://p2kp.stiki.ac.id/id3/2-3060-2956/Damar-104063-p2kp-stiki.html)

http://p2kp.stiki.ac.id/id3/2-3060-2956/Damar-104063-p2kp-stiki.html)

https://bursabisnis.id/mega-proyek-sulawesi-palm-oil-belt-gunakan-lahan-sekitar-1-juta-ha/. Mega proyek Sulawesi Palm Oil Belt, Gunakan Lahan Sekitar 1 Juta Ha. Bursabisnis.id. 1 Agustus 2024. https://celebica.

org/wp-content/uploads/2022/10/Article-6.pdf, akses tanggal 27, 2023),

https://www.sawitku.id/sawitku/81412767626/konglomerat-sawit-kembangkan-budidaya-sawit-di-sulawesi. Konglomerat Sawit Kembangkan Budidaya Sawit di Sulawesi. 27 Mei 2024.

Hudayana, B., Suharko., Widyanta, A.B. 2020. Communal violence as a strategy for negotiation: Community responses to nickel mining industry in Central Sulawesi, Indonesia. The Extractive Industries and Society. Volume 7, Issue 4, November 2020, Pages 1547-1556.

Husnah, Tjahjo DWH, Nastiti A, Oktaviani D, Nasution SH, Sulistiono. 2008. Status Keanekaragaman Hayati Sumberdaya Perikanan Perairan Umum di Sulawesi. Balai Riset Perikanan Perairan Umum, Pusat Riset Perikanan Tangkap, Badan Riset Kelautan dan Perikanan. 128 p.

Hussin, N. (2018). Pedagang Bugis dan Kuasa Eropa di Selat Malaka, 1500-1800. *Jurnal Sari* (26):199-211.

Ibrahim, A. (2022). *Nasib Burung Serindit Sulawesi, Si Cantik yang Dibenci*. https://www.liputan6.com/regional/read/5120512/nasib-burung-serindit-sulawesi-si-cantik-yang-dibenci?page=2

Ido, I., Mukhtar, Sawaludinn, S., Lio, A. 2015. Impact of Gold Mining on Water Quality in Bombana Regency Southeast Sulawesi Province, Indonesia. Proceedings of the 8th International Conference on Environmental and Geological Science and Engineering (EG '15)

Ihsan HL, Nur, I.G.P.E. Saputra, A.E Saputra Sejati & Syarifuddin. 2020. Developing Teaching Material Bajo's Local Wisdom Sea Preservation Thomson-Brooks/Cole Model. Jurnal Pendidikan Indonesia 9 (3): 355-367.

Inayanti, F, Moh. Iqbal dan Ramadanil. 2019. The Density of Rotan "Taimanu" (Korthalsia Celebica Becc.) at Lore Lindu National Park Area Central Sulawesi. Natural Science: Journal of Science and Technology ISSN-p: 2338-0950 Vol 8 (1) : 28 – 35.

Irawati, 2020. The Expansion of Nickel Mining, Environmental Damage and Determinants' of the Bajo Community Marginalization in Pomalaa Regency, Southeast Sulawesi. Jurnal Pemikiran Sosiologi Volume 7 No. 2, Desember 2020.

Isnaeni, S., & Nurhidayah, S. (2020). Respon Tanaman Jagung Manis (Zea Mays L.) Terhadap Pemberian Pupuk Guano Kelelawar Dan Pupuk Guano Walet. Jurnal Agroteknologi, 11(1), 33-38. Kasmawan, I. G. A., S

IUCN, 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2.. Downloaded 10 Jan 2023.

Iwata, M., Yabumoto, Y., Saruwatari, T., Yamauchi, S., Fujii, K., Ishii, R., Mori, T., Hukom, F.D., Peristiwady, T., Syahailatua, A. and Masengi, K.W., 2019. Field surveys on the Indonesian coelacanth, Latimeria menadoensis using remotely operated vehicles from 2005 to 2015. Bulletin of the Kitakyushu Museum of Natural History and Human History, Series A (Natural History), 17, pp.49-56.

Jamaluddin, Hajawa, H., Hasanuddin, Daund, M., Naufal, Nirwana. (2023). Kearifan lokal dalam pengelolaan hutan di hutan adat Marena di Desa Pekalobean Kecamatan Anggareja Kabupaten Enrekang. Forest Services Journal 01 (01), 43-56.

Jannah, M., Baharuddi & Ira Taskirawati. (2019). Potensi dan Pemanfaatan Tanaman Bambu pada Lahan Masyarakat Desa Kading Kabupaten Barru. Jurnal Perennnial 15 (2): 87-92

Janudianto, Khususiyah N, Isnurdiansyah, Suyanto S dan Roshetko JM.2013. Seri Agroforestri dan Kehutanan di Sulawesi: Strategi mata pencaharian dan dinamika sistem penggunaan lahan di Sulawesi Tenggara [Agroforestry and Forestry in Sulawesi series: Livelihood strategies and land use sistem dynamics in Sulawesi *Tenggara*]. Working paper 165. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Wilayah Program. 43p. DOI: 10.5716/WP13041.PDF

Jayadi, Hamal R, Arifuddin. 2010. Reproduksi ikan endemik rainbow Sulawesi Telmatherina celebensis di Danau Matano Sulawesi Selatan. Torani (Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan) 20(1):44-48.

Johns, R.J; Shea, G.A; Vink, W. dan Puradyatmika, P. 2007. Mountain Vegetation of Papua. In Marshall, A.J. & Beehler, B.M. (eds.). The Ecology of Papua. Part II. Periplus Edition, Hongkong: 977-1053.

Jones, E.B.D., Helfman, G.S., Harper, J.O., Bolstad, P.V. 1999.

Effects of Riparian Forest Removal on Fish Assemblages in Southern Appalachian Streams. Conservation Biology 13 (6):1454-1465.

Jones, J. P. G., Andriamarovololona, M. M., & Hockley, N. (2008). The Importance of Taboos and Social Norms to Conservation in Madagascar. *Conservation Biology*, *22*(4), 976–986. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00970.x

Joosten H, Clarke D. 2002. Wise Use of Mires and Peatlands-Background and Principles including a Framework for Decision-Making. Saarijärvi (FI): International Mire Conservation Group and International Peat Society.

Jusriani. 2020. Analisis Daya Saing Komoditas Kelapa Sawit Di Sulawesi Selatan. Universitas Muhamammadiyah Makassar. [Skripsi].

Kadim, M.K., Sahami, F.M. and Hasiru, D.J., 2020. Spatial and temporal distribution of phytoplankton with emphasis on the harmful and toxic algae in the Limboto Lake. Journal of Aquatic Science, 1(2), pp.37-44.

Kadir, A. Suaib, E. & Zuada, H. 2019. Mining in Southeast Sulawesi and Central Sulawesi: Shadow Economy and Environmental Damage Regional Autonomy Era in Indonesia. Advances in Social Science, Education and Humanities Research. Vo: 404. International Conference on Social Studies and Environmental Issues (ICOSSEI).

Kai Lee Tan, Shigeki Matsunaga, Charles S. Vairappan, 2011. Halogenated chamigranes of red alga Laurencia snackeyi (Weber-van Bosse) Masuda from Sulu-Sulawesi Sea,Biochemical Systematics and Ecology,Volume 39, Issue 3,Pages 213-215,https://doi.org/10.1016/j.bse.2010.09.017.

Kambey,J.L., Farrell,A.P., Bendell-Young,L.I. (2001). Influence of illegal gold mining on mercury levels in fish of North Sulawesi's Minahasa Peninsula, (Indonesia). Environ. Poll. 114(3), 299-302.

Karim HA, Najib NN, Ayu SM, Fidel. 2023. Characteristics of Maleo bird spawning nests (*Macrocephalon maleo*) in Lake Towuti, South Sulawesi.Biodiversitas 24: 670-676.

Karim, F.A., Marfuah, J., Asrianti. 2022. The Local Wisdom of 'Malabot Tumbe': A Community Ritual in Banngai District. Jurnal Kewarganegaraan 6(2): https://doi.org/10.31316/jk.v6i2.2599.

Karlinasari, L., Noviyanti, N., Purwanto, Y. A., Majiidu, M., Dwiyanti, F. G., Rafi, M., Damayanti, R., Harnelly, E., & Siregar, I. Z. (2021). Discrimination and Determination of Extractive Content of Ebony (Diospyros celebica Bakh.) from Celebes Island by Near-Infrared Spectroscopy. *Forests*, 12(1), Article 1. https://doi.org/10.3390/f12010006

Kartamihardja, E.S., K. Purnomo dan C. Umar. 2009. Sumber daya perairan umum daratan di Indonesia terabaikan. Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia, 1 (1) : 1-15.

Kartawinata, Kuswata. 2013. Diversitas Ekosistem Alami Indonesia: Ungkapan singkat dengan sajian foto dan gambar. LIPI. Jakarta.

Kartonegoro, A. (2014). Ericaceae of latimojong range, South Sulawesi. Jurnal Floribunda, 4(8): 191–194.

Karuh, R. E., Siahaan, R., & Marina F.O Singkoh. (2019). Keanekaragaman Makrozoobentos Sungai Lowatag Minahasa Tenggara Sulawesi Utara. Jurnal MIPA (Edisi Elektronik), 8(3), 143–143. https://doi.org/10.35799/jmuo.8.3.2019.26162

Kasitowati, Rarasrum Dyah. 2011. SANDEQ DAN ROPPO Kearifan Lokal Suku Mandar Pesisiran, Sulawesi Barat. Sabda 6 (1): 63-68

Kassa, Nugroho Nafika. 2022. Ekspor Kotoran Kelelawar Sulsel Capai Rp330 Juta. https://sulawesi.bisnis.com/read/20220325/540/1514903/ekspor-kotoran-kelelawar-sulsel-capai-rp330-juta.

Keesing, F., Belden, L. K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C. D., Holt, R. D., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K. E., Mitchell, C. E., Myers, S. S., Bogich, T., & Ostfeld, R. S. (2010). Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, *468*(7324), 647-652. https://doi.org/10.1038/nature09575

Kelautan Dan Perikanan Dalam Angka. 2022. Pusat Data Statistic Dan Informasi Kementrian Kelautan Dan Perikanan. ISSN 2829-7660. Volume 1 Tahun 2022

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2011). Potret Hutan dan Lahan Pulau Sulawesi. http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/images/docs/Potret-hutan-dan-lahan-pulau-Sulawesi.pdf (Diakses pada 3 Maret 2023).

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2022. Statistik Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem 2021. Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2023. Statistik Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem 2022. Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup. 2013. Deskripsi Peta Ekoregion Laut Indonesia. Kementerian Lingkungan Hidup, Deputi Tata Lingkungan. Jakarta. Indonesia.

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. Sinkronisasi Program dan Pembiayaan Pembangunan Jangka Pendek 2018-2020 Keterpaduan Pengembangan Kawasan Dengan Infrastruktur PUPR Pulau Sulawesi. ISBN 978-602-61190-3-2.

Kemeterian Kelautan dan Perikanan. 2022. Kelautan dan Perikanan dalam Angka Tahun 2022. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Pusat Data, Statistik dan Informasi. Jakarta. Indonesia

Kemp, A. C. and P. F. D. Boesman (2020). Knobbed Hornbill (Rhyticeros cassidix), version 1.0. In Birds of the World (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. https://doi.org/10.2173/bow.knohor1.01

Ketonegoro, D. 2014. Ericaceae of Latimojong Range, South Sulawesi. Floribunda, 4(8): 191-237.

Kinho J., Arini D., Halawane J., Nurani L., Halidah., Kafiar, Y dan Karundeng M. 2011. Tumbuhan Obat Tradidional di Sulawesi Utara Jilid II. Balai Penelitian Kehutanan Manado Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kementrian Kehutanan.

Kinnaird, M. F.; O'Brien, T. G. 1999. Breeding ecology of the Sulawesi Red-knobbed Hornbill, Aceros cassidix. Ibis 141: 60-69.

Kinnaird, M. F.; O'Brien, T. G. 2007. The ecology and conservation of Asian Hornbills: farmers of the forest. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

Koehler R., 1904. Ophiures de L'Expedition du Siboga. Siboga Exped. 45: 1-176, pls 1-36.

Kosasih, D. 2023. Taman Kehati, Benteng Perlindungan Tumbuhan Lokal Indonesia. https://www.greeners.co/berita/taman-kehati-benteng-perlindungan-tumbuhan-lokal-indonesia/ Diposting pada 31 Maret 2017. Diunduh 27-06-2023.

Kusumaningrum, T., Latinne, A., Martinez, S., Kalengkongan, J., Wiyatno, A., Dewantari, A. K., Kasenda, N., Bernadus, J. B. B., Jaya, U. A., Ma'roef, C. N., Francisco, L., Hagan, E., Miller, M., Myint, K. S. A., Daszak, P., Olival, K. J., Saputro, S., Pamungkas, J., & Safari, D. (2022). Knowledge, attitudes, and practices associated with zoonotic disease transmission risk in North Sulawesi, Indonesia. *One Health Outlook*, *4*(1), 11. https://doi.org/10.1186/s42522-022-00067-w

Kusumasumantri, P. Y. 2022. Peranan Sultan dan Raja dalam Sejarah Konservasi Alam Indonesia. Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem.

Lahusen MR, Naharuddin N, dan Sustri S, 2014. Keanekaragaman Jenis Vegetasi Tepian Sungai Kaili Desa Labuan Kungguma Kecamatan Labuan. Jurnal Warta Rimba, Vol. 2(1): 136-144.

Landscape Management Strategies in Sulawesi: Review of Intervention Options. Working paper 272. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program.

Lane, D.J.W., 1999. Distribution and abundance of Thelenota rubralineata in the western Pacific: Some conservation issues. SPC Beche-de mer Information Bulletin, 11: 19-21.

Lassus, P., Chaumérat, N., Hess, P. and Nézan, E., 2015. Toxic and harmful microalgae of the World Ocean. International Society for the Study of Harmful Algae and the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation.

Lasut, M., T., Yasuda, Y., Endinger, E. N., Pangemanan, J. M. 2010. Distribution and Accumulation of Mercury Derived from Gold Mining in Marine Environment and Its Impact on Residents of Buyat Bay, North Sulawesi, Indonesia. Water Air Soil Pollut 208:153–164. DOI 10.1007/s11270-009-0155-0.

Latinne, A., Saputro, S., Kalengkongan, J., Kowel, C. L., Gaghiwu, L., Ransaleleh, T. A., Nangoy, M. J., Wahyuni, I., Kusumaningrum, T., Safari, D., Feferholtz, Y., Li, H.,

Hagan, E., Miller, M., Francisco, L., Daszak, P., Olival, K. J., & Pamungkas, J. (2020). Characterizing and quantifying the wildlife trade network in Sulawesi, Indonesia. *Global Ecology and Conservation*, *21*. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00887

Lee R.J., Gorog A.J., Dwiyahreni A., Siwu S., Riley J., Alexander H., Ramono W. 2005. Wildlife Trade and Implications for Law Enforcement in Indonesia: A Case Study From North Sulawesi. Biol. Conserv. 123, 477–488.

Lemmens RMHJ, Soerianegara I, Wong WC. 1995. Plant Resources of South-East Asia No. 5(2). Timber trees: Minor Commercial Timber. Prosea Publisher, Bogor Indonesia.

Levi, T., Kilpatrick, A. M., Mangel, M., & Wilmers, C. C. (2012). Deer, predators, and the emergence of Lyme disease. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *109*(27), 10942-10947. https://doi.org/10.1073/pnas.1204536109

Liana and Witno. 2021. Perdagangan Satwa Liar di Pasar Tradisional dan Pasar Modern di Sulawesi Utara. Jurnal Penelitian Kehutanan Bonita, Vol. 3 No. 1. Pp: 28-34.

Liana, Maulany R, Makkarennu, Baharuddin. 2019. Study of Fruit Bat Trade and Percepstion of Communities About Fruit Bat Consumption in North Sulawesi. Pascasarjana Ilmu Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar

Limanseto, Haryo. 2023. Biro Komunikasi, Layanan Informasi, dan Persidangan Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. https://ekon.go.id/publikasi/detail/3247/kunjungi-sulawesi-tengah-menko-airlangga-lepas-ekspor-kakao-biji-sebagai-komoditas-andalan-provinsi diakses pada 15 Maret 2023.

Limbong, D., Kumampung, J., Rimper,J., Arai,T., Miyazaki,N. (2003). Emissions and environmental implications of mercury from artisanal gold mining in north Sulawesi, Indonesia. Sci Total Environ. 302(1–3), 227-236.

Limbong, D.; Kumampung, J.; Ayhuan, D.; Arai, T.; Miyazaki, N. (2005). Mercury pollution related to artisanal gold mining in North Sulawesi Island, Indonesia. Bull. Env. Contam. & Toxic. 75(5), 989-996.

Lin, C.-N. (2015). Impacts on Human Health Caused by Zoonoses. In *Biological Toxins and Bioterrorism* (pp. 211-228). https://doi.org/10.1007/978-94-007-5869-8-35

Lolupalan D. 2021. *An Elegy to the Forest, Farmers, and the Readers of Stars. In* Lolupalan D, & Palupi N. 2021 (Eds). *Sangia, Hui, the Almighty Dollar, and Readers of Stars: Documentation of Local Knowledge in the Management of Natural Wealth*. Penerbit Terasmitra. Jakarta.

Lundholm, N.; Churro, C.; Fraga, S.; Hoppenrath, M.; Iwataki, M.; Larsen, J.; Mertens, K.; Moestrup, Ø.; Zingone, A. (Eds) (2009 onwards). IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Accessed at https://www.marinespecies.org/hab on 2023-02-28. doi:10.14284/362

M H Saputra and A D Sunandar. 2020. Predicting the potential distribution of Taxussumatrana using Maximum Entropy Model. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 522 012013

M H Saputra *et al*. 2023. Smart farming: modeling distribution of Xanthomonas campestris pv. oryzae as a leaf blight-causing bacteria in rice plants. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1133 01202

Ma'dika., O'Brien., Kinnaird., Butchart dan Baker. 2001. Survei Status Maleo di Taman Nasional Lore Lindu. Yayasan Jambata Preliminary Report.

Ma'mun, S. R. 2016. Pertambangan Emas dan Sistem Kehidupan Petano: Studi Dampak Penambangan Emas di Bombana, Sulawesi Selatan. Jurnal Sosiologi Pedesaan. hal 274-280 | 276.

Maas, B., Tscharntke, T., Tjoa, A., Saleh, S., Edy, N., Anshary, A., Mahfudz, Basir, M. 2017. Dampak jasa Ekosistem yang Diberikan oleh Burung dan Kelelawar di Kebun Kakao Rakyat di Sulawesi Tengah. Untad Press dan Göttingen University Press.

MacDonald, A. J., & Mordecai, E. A. (2019). Amazon deforestation drives malaria transmission, and malaria burden reduces forest clearing. *116*(44).

MacKnight, CC. 1983. The Rise of Agriculture in South Sulawesi Before 1600*. RIMA, 17,* pp. 92-116.

Maeda, Narifumi. 1982. Makassarese Social Organization in Mountainous Habitat. *Village and The Agricultural Landscape in South Sulawesi.* Kyoto: Kyoto University Press.

Malir, N., Lasut, M.T., Tasirin, J.S. 2017. Kelimpahan Jenis

Satwa Liar Di Tanjung Binerean Kecamatan Pinolosian Tengah Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. 2018. DOI: https://doi.org/10.35791/cocos.v1i2.20655. Vol. 9 No. 6 (2017).

Mamangkay B, Rahim S, Salahudin AS, Baderan DWK. 2023. Perubahan Tutupan Hutan Menjadi Lahan Tanaman Monokultur Jagung di Wilayah UPT SP3 Saritani Kabupaten Boalemo Periode 2013-2022. https://doi.org/10.34312/jebj.v5i1.15720.

Mansyur, S., Fadillah, M.A., Djindar, N.I. *Et al*. 2021. Landscape of Pre-Islamic Belief: The Rise of Agriculture and Bugis Diaspora. *Proceeding of the 9th ASBAM International Conference (Archeology, History & Culture in The Nature of Malay (ASBAM 2021).*

Mardan, Nurdin & Syahril Ramadhan. 2022. Pengelolaan Hutan Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Buton Selatan. ADMINISTRATIO : JURNAL ILMIAH ILMU ADMINISTRASI NEGARA 11 (1): 75-83

Martini E, Paramita E, Roshetko JM. 2016. *Agroforestry and Forestry in Sulawesi series: Information channels for disseminating innovative agroforestry practices to villages in Southern Sulawesi, Indonesia.* Working Paper 224. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. DOI: http://dx.doi.org/10.5716/WP16034.PDF

Marzuki Asnah, M. Natsir Djide, Sartika, Rosany T, 2018. UJI AKTIVITAS EKSTRAK KULIT BATANG BANYURU (Pterospermum celebicum Miq.) DAN EKSTRAK LENGKUAS (Alpinia galanga (L.)Willd.) SEBAGAI ANTIFUNGI TERHADAP Trichophyton rubrum, Candida albicans dan Aspergillus niger.

Massin, C., 1999. Reef-dwelling Holothuroidea (Echinodermata) of the Spermonde Archipelago (South-West Sulawesi, Indonesia). Zool. Verh. Leiden, 329(30): 1-144

Massin, C., Tomascik, T., 1996. Two New Holothurians (Echinodermata: Holothuroidea) From an Anchialine Lagoon of an Uplifted Atoll, Kakaban Island, East Kalimantan, Indonesia. The Raffles Bulletin of Zoology, 44(1): 157-172.

Mattulada. 1982. South Sulawesi, Its ethnicity and Way of Life. Southeast Asian Studies 20 (1): 4-22

Mazur-Panasiuk, N., Zmudzki, J., & Wozniakowski, G. (2019). African Swine Fever Virus - Persistence in Different Environmental Conditions and the Possibility of its Indirect Transmission. *J Vet Res*, *63*(3), 303-310. https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0058

McIntyre, K. M., Setzkorn, C., Hepworth, P. J., Morand, S., Morse, A. P., & Baylis, M. (2017). Systematic Assessment of the Climate Sensitivity of Important Human and Domestic Animals Pathogens in Europe. *Sci Rep*, *7*(1), 7134. https://doi.org/10.1038/s41598-017-06948-9

McKay, J. E., St. John, F. A. V., Harihar, A., Martyr, D., Leader-Williams, N., Milliyanawati, B., Agustin, I., Anggriawan, Y., Karlina, Kartika, E., Mangunjaya, F., Struebig, M. J., & Linkie, M. (2018). Tolerating tigers: Gaining local and spiritual perspectives on human-tiger interactions in Sumatra through rural community interviews. *PLOS ONE*, *13*(11), e0201447. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201447

Merow, C., Smith, M. J., Silander, J. A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36(10), 1058-1069.

Micheal, B. 2003. Corporate Social Responsibility in International Development: An Overview and Critique. *Corporate Social Responsibility Environmental Management,* Vol 10(3).

Miesen FW, Droppelmann F, Hüllen S, Hadiaty RK, Herder F. 2015. An annotated checklist of the inland fishes of Sulawesi. Bonn Zoological Bulletin 64(2): 77-106.

Mitsch, W.J. and J.G. Gosselink. 1993. Wetlands 2nd edition. Van Nostrand Reinhold. New York

Mogea JP. 2002. Preliminary study on the Palm flora of the Lore Lindu National Park, Central Sulawesi, Indonesia. Biotropia. 18:1-20

Moko, E.M., Rahardiyan, D., Ngangi J * Yalindua, A. 2022. Sulawesi endemic tubers and perimedular flour properties an initial consideration for alternative sources for food starch ingredient. Food Research 6 (2): 46-52.

Moser, G., Leuschner, C., Hertel, D., Hölscher, D., Köhler, M., Leitner, D. Michalzik, B., Prihastanti, E., Tjitrosemito, S. dan Schwendenmann, L. 2010. Response of cacao trees

(*Theobroma cacao*) to a 13-month desiccation period in Sulawesi, Indonesia. Agroforestry Systems 79: 171-187.

Muh Rizal. 2018. Fators Affecting Rice Farmers To Change Oil Palm Plantation (Study Case Village Salugatta, District Budong-Budong, District Mamuju Tengah, West Sulawesi Province) (Hasanuddin University).

Muhaeminah, M. (2009). NASKAH ARAB DAN LONTARA DI SULAWESI SELATAN, BARAT, DAN TENGGARA. Naditira Widya, 3(2), 220-243.

Mukhlis, P., Poelinggomang, E., Kallo, A., Sulistion, B., Thosibo, A., Maryam, A.. 1995. Sejarah Kebudayaan Sulawesi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Kebudayaan, Direktorat Sejarah dan Nilai Tradisional, Proyek Inventarisasi dan Dokumentasi Sejarah Nasional, Jakarta, CV. Dwi Jaya Karya.

Mulyadi, Nishida, S., and Ohtsuka, S. 2017. Seven New Species Of Tortanus (Atortus) (Copepoda,Calanoida, Tortanidae) From North Sulawesi, Indonesia. Crustaceana 90 (1) 77-99.

Mulyoutami E; Martini E, Khususiyah N, Isnurdiansyah, Suyanto. 2012. Agroforestry and Forestry in Sulawesi series: Gender, livelihoods and land in South and Southeast Sulawesi. Working paper 158. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. 74p. DOI: 10.5716/WP12057.PDF.

Munawwarah, S., Rismawati, dan Sari, H. 2021. *Makna Valuasi Ekonomi Masyarakat Area Industri Tambang Emas Desa Rante Balla.* Skripsi Thesis, Universitas Muhammadiyah Palopo.

Murahmi, A. S. Anam dan R. Pitopang. 2015. Etnobotani masyarakat Bugis di desa Lempe kecamatan Dampal Selatan kabupaten Tolitoli. Sulawesi Tengah. Biocelebes 10 (1): 07-14

Nakazawa,K., Nagafuchi,O., Kawakami,T., Inoue,T., Yokota,K., Serikawa,Y., Cyio,B., Elvince,R. (2016). Human health risk assessment of mercury vapor around artisanal small-scale gold mining area, Palu city, Central Sulawesi,Indonesia. Ecotox. & Environ. Safety 124, 155-162.

Nasir, A., Lukman, M. and Tuwo, A., 2015. Ratio of Nutrient and Diatom-Dinoflagellate Community In Spermonde Waters, South Sulawesi. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 7(2).

Nasri, N., Hidayatullah, M. Y., Suwanto, M. A., Sigit, M., Hamzah, A. S., & Maulany, R. I. (2023). Population Abundance of Macaca fascicularis and potential human-wildlife conflicts in Bonerate and Kalao Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1277*(1), 012026. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1277/1/012026

Nasution SH. 2006. Pangkilang (Telmatherinidae) ornamental fish: An economic alternative for people around Lake Towuti. Proceedings International Symposium on The Ecology and Limnology of the Malili Lakes. Bogor-Indonesia 20-22 March 2006. Eds, 39-46. PT. INCO Tbk. and Research Center for Limnology, Indonesian Institute of Sciences (LIPI).

Nasution SH. 2008a. Distribusi spasial dan temporal ikan endemik Bonti-bonti (Paratherina striata) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. Jurnal Biologi Indonesia IV(1), 91-104.

Nasution SH. 2008b. Pengaruh curah hujan dan tinggi muka air terhadap kelimpahan dan waktu pemijahan ikan Rainbow Selebensis (Telmatherina celebensis) dan Bonti-bonti (Paratherina striata) di Danau Towuti. Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV, 80-91.

Nasution SH. 2008c. Fishery status, management and conservation of endemic fish Bonti-bonti (Paratherina striata) in Lake Towuti, South Sulawesi. Proceedings International Conference on Indonesian Inland Waters: System and Its Utilization, B-105-B114.

Naughton-Treves, L., Grossberg, R., & Treves, A. (2003). Paying for Tolerance: Rural Citizens' Attitudes toward Wolf Depredation and Compensation. *Conservation Biology*, *17*(6), 1500–1511. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00060.x

Netty, S., Wardiati, T., Handayanto, E., Maghfoer, M. D. (2012) Nickel accumulating plants in the post-mining land of Sorowako. South Sulawesi. Indonesia. Journal of Tropical Agriculture, 50(1-2), 35-48.

Ning, X., Yulin, L., 2013. Three new records of deep-water goniasterids (Echinodermata: Asteroidea: Goniasteridae) from China seas. Chinese Journal of Oceanology and

Limnology, 31(5): 1036-1044.

Nisa, K., Nursalam, N., Risfaisal, R., & Abdul, N. B. 2023. Peranan Ammatoa sebagai kepala adat di Kawasan Adat Ammatoa Kabupaten Bulukumba. *Journal Socius Education*, *1*(1), 109-117.

Nontji, A. (1986). Rencana Pengembangan Puslitbang Limnologi. LIPI pada Prosiding Expose Limnologi dan Pembangunan. Bogor

Nontji, A. 2020. Pusparagam Kelautan Nusantara.

Noor, Yus Rusila, M. Khazali, & IN.N Suryadiputra. 2006. *Pengenalan Mangrove Indonesia*. Wetlands International Indonesia Programs. Bogor

Nugraha, A. M. S., & Hall, R. (2018). Late cenozoic palaeogeography of Sulawesi, Indonesia. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 490, 191-209. doi:10.1016/j.palaeo.2017.11.022

Nugraha, B., Dharmadi, Wiadnyana, N. N. 2020. Status pemanfaatan dan upaya penanganan hiu paus (Rhyncodon typus) terdampar di perairan Indonesia. Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia, 12 (1): 47-57.

Nur M, Fajriani, Tenriware, Simanjuntak CPH, Nasyrah AFA, Kautsari N, Wahana S. 2021. Fish fauna of the Batetangnga River, West Sulawesi, Indonesia E3S Web of Conferences 322, 01026 (2021) https://doi.org/10.1051/e3sconf/20213220102

Nur M, Rahardjo F, Simanjuntak CPH. 2019. Iktiofauna di daerah Sungai Maros Provinsi Sulawesi Selatan (Ichthyofauna in Maros Watershed, South Sulawesi Province).Prosiding Simposium Nasional Ikan dan Perikanan Perairan Daratan December 2019 di Jambi, Indonesia.

Nurdin, Gary Maulida, Mardiana & Suhdiah. 2019. Kajian Etnobotani Upacara Adat Mandar di Provinsi Sulawesi Barat Kabupaten Polewali Mandar di Kampung Renggang. BIOMA 1 (1): 16-23

Nurkholis, A. 2018. Mengenal Pusat Kebudayaan Maritim: Suku Bajo, Suku Bugis, Suku Buton, Suku Mandar di Segitiga Emas Nusantara. Retrived from https://osf.io/cdjp4/download

O'Loughlin, P. M., Rowe, F.W.E., 2006. A systematic revision of the asterinid genus Aquilonastra O'Loughlin, 2004 (Echinodermata: Asteroidea). Memoirs of Museum Victoria 63(2): 257–287

One Health High-Level Expert Panel, Adisasmito, W. B., Almuhairi, S., Behravesh, C. B., Bilivogui, P., Bukachi, S. A., Casas, N., Cediel Becerra, N., Charron, D. F., Chaudhary, A., Ciacci Zanella, J. R., Cunningham, A. A., Dar, O., Debnath, N., Dungu, B., Farag, E., Gao, G. F., Hayman, D. T. S., Khaitsa, M., Zhou, L. (2022). One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. *PLoS Pathog*, *18*(6), e1010537. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537

Ono R., Sriwigati and Joko Siswanto. 2018. In: *The Archaeology of Sulawesi: Current Research on the Pleistocene to the Historic Period*, edited by Sue O'Connor, David Bulbeck and Juliet Meyer,. ANU Press, The Australian National University, Canberra, Australia

Ono, Rintaro, Harry Octavianus Sofian, Riczar Fuentes, Nasrullah Aziz, Marlon Ririmasse, I. Made Geria, Chiaki Katagiri & Alfred Pawlik (2023): Early modern human migration into Sulawesi and Island adaptation in Wallacea, World Archaeology, DOI: 10.1080/00438243.2023.2172074

Palapa, T.M. & Maramisa, A.A. 2015. Heavy Metals in Water of Stream Near an Amalgamation Tailing Ponds in Talawaan –Tatelu Gold Mining, North Sulawesi, Indonesia. 2nd Humboldt Kolleg in conjunction with International Conference on Natural Sciences, HK-ICONS 2014. Procedia Chemistry 14;428 – 436.

Pangalila, Theodors, Jeane Mantiri & Mardan Umar. 2019. The Role of Mapalus Local Wisdom in Building the Tolerant Attitudes of the Tomohon City. Advances in Social Science, Education and Humanities Research Volume 363: 711-714

Paputungan F. 2023. Studi tentang budidaya ikan air tawar di Telaga Jaya Kabupaten Gorontalo (Study on freshwater fish cultivation in Telaga Jaya, Gorontalo District) Jurnal Ilmu Manajemen dan Bisnis (JIMB) 11(3)|

Parenti LR, Hadiaty RK, Lumbantobing DN. 2014.Collection of freshwater and coastal fishes from Sulawesi Tenggara, IndonesiaJurnal Iktiologi Indonesia, 14(1):1-19

Parrang, Febrianti. 2020. Pergeseran Makna Ritual Ma'nene'

pada Masyarakat Baruppu Parodo Kabupaten Toraja Utara. Universitas Negeri Makassar: Skripsi

Pati, K. A., & Damanik, C. (2018). *Kronologi Peristiwa Wanita Ditelan Ular Sanca hingga Ditemukan Tewas di Perut Ular*. https://regional.kompas.com/read/2018/06/16/13595831/kronologi-peristiwa-wanita-ditelan-ular-sanca-hingga-ditemukan-tewas-di

Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah. 2021. Sejarah Provinsi Sulawesi Tengah. https://sultengprov.go.id/wp-content/uploads/2021/07/SEJARAH-SULTENG.pdf

Peraturan Direktur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem Nomor: P.1/KSDAE/BPE2/KSA.4/2/2021 Tentang Petunjuk Teknis Penilaian Efektivitas Pengelolaan Kawasan Ekosistem Esensial

Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2012 tentang Pedoman Pinjam Pakai Kawasan Hutan.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 81 Tahun 2016 tentang Kerjasama Penggunaan dan Pemanfaatan Kawasan Hutan Untuk Mendukung Ketahanan Pangan

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Perhutanan Sosial

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.24/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2020 Tentang Penyediaan Kawasan Hutan Untuk Pembangunan Food Estate.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2023 Tentang Pengelolaan Perhutanan Sosial Pada Kawasan Hutan Dengan Pengelolaan Khusus

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 104 Tahun 2015 Tentang Tata Cara Perubahan Peruntukan dan Fungsi Kawasan Hutan

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2010 tentang Penggunaan Kawasan Hutan.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2012 tentang Perubahan Atas PP No.24 Tahun 2010 tentang Penggunaan Kawasan Hutan.

Perdana A, Roshetko JM. 2013. Seri Agroforestri dan Kehutanan di Sulawesi: Laporan hasil penilaian cepat untuk komoditas pertanian, perkebunan dan kehutanan di Sulawesi Selatan dan Tenggara. Working paper 169. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. 18p. DOI: 10.5716/WP13045.PDF

Permatasari, D. 2020. PLTB, alternatif Energi Terbarukan di Sulawesi Selatan. Kementrian Keuangan Republik Indonesia. https://www.djkn.kemenkeu.go.id/artikel/baca/13477/PLTB-Alternatif-Energi-terbarukan-di-Sulawesi-Selatan.html. Diakses 1 Februari 2024.

Peta Tutupan Lahan. 2019. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3): 231-259.

Phlips, E.J., Badylak, S., Nelson, N.G. and Havens, K.E., 2020. Hurricanes, El Niño and harmful algal blooms in two sub-tropical Florida estuaries: direct and indirect impacts. Scientific reports, 10(1), p.1910.

Pitopang R & Pandji Anom Ramawangsa. (2016). Potensi Penelitian Etnobotani di Sulawesi Tengah, Indonesia. Online Journal of Natural Science 5 (2): 111-131

Pitopang R, Safaruddin. (2012). Ethnoecological system of *Tao Taa Wana* Tribe in the Morowali Nature Reserve, Central Sulawesi, Indonesia. *Proc. Soc. Indon. Biodiv. Int. Conf.*. Vol. 1. July 2012.

Poulsen, A. D., 2012. Etlingera of Sulawesi. Natural History Publications. Malaysia.

Pratama, H.T., 2021. Komposisi Dan Kelimpahan Total Fitoplankton HABs Di Perairan Pesisir Kecamatan Pangkajenne, Kabupaten Pangkep= Composition and Total Abundance of Phytoplankton HAB in Coastal Waters, Pangkajenne District, Pangkep Regency (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).

Pratiwi RY, Elya B, Setiawan H, Forestrania RC, Dewi RT. Antidiabetic Properties and Toxicological Assessment of *Antidesma celebicum* Miq: Ethanolic Leaves Extract in Sprague-Dawley Rats. Adv Pharmacol Pharm Sci. 2022 May 24;2022:2584698. doi: 10.1155/2022/2584698.

PMID: 35656164; PMCID: PMC9155931

Preisendorfer, R. W. (1986). Secchi disk science: Visual optics of natural waters. Limnol. Oceanogh 31, 909-926.

Priscilia, B., Nugraha, M.F.I, Novita, H and Elva, B. 2020. Antioxidant and Antibacterial Assay Against Fish Pathogen Bacteria of Kjellbergiodendron celebicum (Koord.) Merr. Leaf Extract. *Pharmacognosy Journal.* 12,1,173-179.DOI:10.5530/pj.2020.12.26

Purwoko, Agus, Wanda Kuswanda, Rospita Odorlina Pilianna Situmorang, Freddy Jontara Hutapea, Muhammad Hadi Saputra, and Parlin Hotmartua Putra Pasaribu. 2022. "Orangutan Ecotourism on Sumatra Island: Current Conditions and a Call for Further Development" Sustainability 14, no. 18: 11328.

Pusat Data, Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022. Kelautan dan Perikanan Dalam Angka Tahun 2022. Volume 1 Tahun 2022. 348 hal. ISSN: 2829-7660.

PUSAT PERPUSTAKAAN DAN PENYEBARAN TEKNOLOGI PERTANIAN. 2019. *Hulu Hilir Kakao.* Bogor: Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian, Kementerian Pertanian.

Rachman, A., Purwandana, A. and Fitriya, N., 2021, June. Phytoplankton community structure of the Makassar Strait, Indonesia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 789, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.

Rachman, A., Thoha, H., Intan, M.D.B., Sianturi, O.R., Witasari, Y., Wibowo, S.P.A. and Iwataki, M., 2022. Dinoflagellate Cyst Distribution in Relation to the Sediment Composition and Grain Size in the Coastal Area of Pangkajene, South Sulawesi, Indonesia. Indonesian Journal of Marine Sciences/Ilmu Kelautan, 27(2).

Rahayu, D., Martha, Eka., Arianti, S. R., dan Supanti, L. 2020. Profil Kebun Raya Jompie Parepare, Sulawesi Selatan. Warta Kebun Raya 18.1.

Rahayu, Mulyati & Rugayah. 2010. Pengetahuan Lokal dan Pemanfaatan Tumbuhan oleh Masyarakat Lokal Pulau Kabaena - Sulawesi Tenggara. Berita Biologi 10 (1): 67-75.

Rahmah, Nur, H. Batoa, Mukhtar, M. Ridwan, S. abdullah & IA Wunawarsih. 2023. Local Wisdom of Fishermen Society and the Use

Rahman, Abdul, Mahfudz & Ramal Yusuf. 2020. Study Keragaman Pangan Lokal di Kecamatan Marawola Barat, Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah (Local Food Diversity Study in Kecamatan Marawola Barat Sigi District Central Sulawesi Province). Mitra Sains (8) 2: 131-152

Rahman, F., Akhmar, A. M., & Amir, M. 2019. The practice of local wisdom of Kajang people to save forests and biodiversity: A cultural-based analysis. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 270, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

Rahmanulloh A, Sofiyudin M, Suyanto. 2012. *Agroforestry and Forestry in Sulawesi series: Profitability and land-use systems in South and Southeast Sulawesi.* Working paper 157. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program. 16p. DOI: 10.5716/WP12056.PDF.

Rahmawati, S dan Hernawan, U.E. (2022) Status Ekosistem Lamun di Indonesia Tahun 2021. Diedit oleh S. Rahmawati dan U. E. Hernawan.

Rahmawati, S., Lisdayanti, E., Kusnadi, A., Rizqi, M. P., Putra, I. P., Irawan, A., Supriyadi, I. H., Prayudha, B., Suyarso, Alifatri, L. O., Iswari, M. Y., Anggraini, K., Hadiyanto, Hernawan, U. E., Ambo-Rappe, R., Choesin, D. N., Nugraha, A. H., Sjafrie, N. D. M., Riniatsih, I., Rifai, H., Fachriansyah, K., Manafi, M. R., Rustam, A., Ningsih, E. & Rahmadi, P. (2022). Status Ekosistem Lamun di Indonesia Tahun 2021. Pusat Riset Oseanografi, Organisasi Riset Kebumian dan Maritim, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jakarta.

Rajak. A. 2022. Komitmen Masyarakat Menjaga Habitat Maleo Di Bolaang Mongondow Selatan. Februari 20, 2022. https://alam.id/komitmen-masyarakat-menjaga-habitat-maleo-di-bolaang-mongondow-selatan/

Reid, Anthony. 2011. Asia Tenggara dalam Kurun Niaga 1450-168 Jilid II: Jaringan Perdagangan Global Asia Tenggara. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia

Rejeki, ISR. 2018. Wildlife Conservation Strategy: An Assessment of Wildlife Hunting Activities In Sulawesi. Institut Pertanian Bogor.

Reppie, E., Labaro, I. L. & Telleng, T. R. 2007. Mane'e: Indigenous Coral Reef Fisheries Management in Nanusa Islads, North Sulawesi. ***Buletin PSP*** 16 (3)

Rifaie, F., Arida, E., Maireda, N. L., & Yafi, K. M. (2023). Human-Water Monitor Conflicts in Indonesia: Spatial Patterns and Mitigation Alternatives. ***Journal of Tropical Ethnobiology***, *6*(1), 1–15.

Riley, E. P. (2007). The Human-Macaque Interface: Conservation Implications of Current and Future Overlap and Conflict in Lore Lindu National Park, Sulawesi Indonesia. ***American Anthropologist***, *109*(3), 473–484.

Riley, E. P., & Fuentes, A. (2011). Conserving social-ecological systems in Indonesia: Human-nonhuman primate interconnections in Bali and Sulawesi. ***American Journal of Primatology***, *73*(1), 62–74. https://doi.org/10.1002/ajp.20834

Riley, E. P., & Priston, N. E. C. (2010). Macaques in farms and folklore: Exploring the human-nonhuman primate interface in Sulawesi, Indonesia. ***American Journal of Primatology***, *72*(10), 848–854. https://doi.org/10.1002/ajp.20798

Riley, E. P., Tolbert, B., & Farida, W. R. (2013). Nutritional content explains the attractiveness of cacao to crop raiding Tonkean macaques. ***Current Zoology***, *59*(2), 160–169. https://doi.org/10.1093/czoolo/59.2.160

Rintaro Ono, Sriwigati and Joko Siswanto. 2018. In: ***The Archaeology of Sulawesi: Current Research on the Pleistocene to the Historic Period***, edited by Sue O'Connor, David Bulbeck and Juliet Meyer,. ANU Press, The Australian National University, Canberra, Australia

Ritung S, Sukarman. 2014. Kesesuaian lahan gambut untuk pertanian. Dalam Agus *et al*. (eds) Lahan Gambut Indonesia, Pembentukan, Karakteristik dan Potensi Mendukung Ketahanan Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hlm. 61- 83.

Rocheleau, B. (2017). Science and the Protection of Wildlife. In Wildlife Politics (pp. 25-53). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781316941218.003

Romero, M.L.J., Kotaki, Y., Lundholm, N., Thoha, H., Ogawa, H., Relox, J.R., Terada, R., Takeda, S., Takata, Y., Haraguchi, K. and Endo, T., 2011. Unique amnesic shellfish toxin composition found in the South East Asian diatom Nitzschia navis-varingica. Harmful Algae, 10(5), pp.456-462.

Roth, D. The Subak in Diaspora: Balinese Farmers and the Subak in South Sulawesi. ***Hum Ecol*** 39, 55–68 (2011). https://doi.org/10.1007/s10745-010-9374-7

Ruf, Francois. 2002. ***From Rice to CocoaThrough A Political Economy of Dishonesty: Sulawesi Indonesia.*** CIRAD: HUman Tropic Program, pp. 1-10. Retrieved from www.agritrop.cirad.fr

Saleh, M., & Hartana, A. (2018). ***Plant Species Diversity of Pangi Binangga Nature Reserve, Central Sulawesi***. *22*(3), 286–292. https://doi.org/10.29243/medkon.22.3.286-292

Saleh, Sukmawati. (2013). Kearifan Lokal Masyarakat Kaili di Sulawesi Tengah. Jurnal Academia FISIP UNPAD 5 (2): 1120-1134.

Samin, Annisa Novianti, Chairul & Erizal Mukhtar. 2016. Analisis Vegetasi Tumbuhan Pantai pada Kawasan Wisata Pantai Pasir Jambak Kota Padang. Biocelebes, Vol. 10, No. 2, Hal 32-42

Samodra, H., 2001, Nilai Strategis Kawasan Kars di Indonesia: Pengelolaan dan Perlindungannya, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Samyn, Y., Vandenspiegel, D., Massin, C., 2006. A new Indo-West Pacific species of Actinopyga (Holothuroidea: Aspidochirotida: Holothuriidae). Zootaxa 1138: 53–68

Sangay, T., & Vernes, K. (2008). Human–wildlife conflict in the Kingdom of Bhutan: Patterns of livestock predation by large mammalian carnivores. ***Biological Conservation***, *141*(5), 1272–1282.

Sanjaya, I.P.K, I Wayan Rupa & M.A.D.I. Virgiastuti Tangkas. 2018. Bugis dan Bajo di Labuhan Bajo Manggarai Barat Perspektif Sejarah dan Budaya. Bali: Penerbit Kepel Press

Saputra, Muhammad Hadi, and Han Soo Lee. 2021. "Evaluation of Climate Change Impacts on the Potential Distribution of Styrax sumatrana in North Sumatra, Indonesia" Sustainability 13, no. 2: 462. https://doi.org/10.3390/su13020462

Sari M. M, Inoue, T., Matsumoto, Y., Yokota, Kuriko, Isrun,

I. 2016. Assessing a Mercury Affected Area from Small-scale Gold Mining in Poboya, Central Sulawesi, Indonesia. Environment and Ecology Research 4(4): 223-230. DOI: 10.13189/eer.2016.040406

Sari, N.W.P., Siringoringo, R.M., Abrar, M., 2018. Kondisi Terbaru dan Sebaran Terumbu Karang di Perairan Kepulauan Togean, Teluk Tomini. 35-62 pp. Dalam: Sumber Daya Laut Perairan Kepulauan Togean Teluk Tomini. Jakarta: LIPI Press.

Saroyo. 2011. Konsumsi Mamalia, Burung, dan Reptil Liar Pada Masyarakat Sulawesi Utara dan Aspek Konservasinya. Jurnal Bioslogos, agustus 2011, vol. 1 nomor 1.

Schrecker, T., Birn, A., Aguilera, M., 2018. How extractive industries affect health: political economy underpinnings and pathways. Health Place 52, 135–147. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.05.005.

Schröter, Ch. (1926). Das Pflanzenleben der Alpen. Zurich, Switzerland: Albert Raustein Publishers.Google Scholar.

Sehatsatli. (2021). *Potensi Penyebaran Penyakit African Swine Fever (ASF) di Indonesia*. KLHK. http://sehatsatli.menlhk.go.id/homes/news/potensi-penyebaran-penyakit-african-swine-fever-asf-di-indonesia

Semiadi G. dan Nugraha R.T.P. 2004. Panduan Pemeliharaan Rusa Tropis. Puslit Biologi LIPI. Bogor.

Semiadi, G., Wirdateti, Jamal Y. dan Brahmantiyo B. 2008. Pemanfaatan Rusa Sebagai Hewan Ternak. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.

Sese, M.R. Annawaty, Yusron, E., 2018. Keanekaragaman Echinodermata Echinoidea dan Holothuroidea) di Pulau Bakalan, Banggai Kepulauan, Sulawesi Tengah, Indonesia. Scripta Biologica, 5(2): 73–77

Setiawan H. dan Qiptiyah M. 2014. Kajian Etnobotani Masyarakat Adat Suku Moronene di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea Vol. 3 No.2, Juni 2014: 107 – 117

Setiawan, F. dan P. S. Siregar. 2020. Sejarah Geologi Pulau Sulawesi. Jurnal Geologi Indonesia, 15(2): 71-80.

Setiawan., N. 1994. Satu Abad Transmigrasi di Indonesia: Perjalanan Sejarah Pelaksanaan 1905-2005. *Transmigrasi di Indonesia: Sejarah dan Perkembangannya*. Yogyakarta: Program Studi Kependudukan,. Program Pascasarjana UGM, 1994

Setyastuti, A., Wirawati, I., Permadi, S., Vimono, I. B., 2019 Teripang Indonesia: Jenis, Sebaran, dan Nilai Ekonomi. PT. Media Sains Nasional, 75 pp.

Sheherazade, & Tsang, S. M. (2015). Quantifying the bat bushmeat trade in North Sulawesi, Indonesia, with suggestions for conservation action. *Glob Ecol Conserv*, *3*, 324-330. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.01.003

Sidabalok CM & Bruce NL. 2018. Cirolana bambang, a distinctive new species of Cirolana Leach, 1818 (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae) from Bitung, Indonesia. Zootaxa, 4375: 441–450.

Sidabalok CM & Bruce NL. 2018. Review of the Cirolana 'pleonastica-group' (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae) with description of four new species from the IndoMalaysian region. Raffles Bulletin of Zoology 66: 177–20.

Sidabalok, C.M. 2013. List of Marine Isopods Recorded from Indonesian Waters. Mar. Res. Indonesia Vol.38, No.1: 49–66.

Sidabutar, T., Thoha, H., Bayu, M.D., Rachman, A., Sianturi, O.R., Fitriya, N., Mulyadi, H.A., Likumahua, S. and Masseret, E., 2016. Occurence of Pyrodinium bahamense blooms related to cyst accumulation in the bottom sediments in the bays at Ambon, Lampung and Jakarta, Indonesia. Harmful Algae News, 52(2016), pp.8-10.

Sideleau, B., & Britton, A. (2013). *An analysis of crocodilian attacks worldwide for the period of 2008-July 2013*. 110–113.

Siljander, M., Kuronen, T., Johansson, T., Munyao, M. N., & Pellikka, P. K. E. (2020). Primates on the farm – spatial patterns of human–wildlife conflict in forest-agricultural landscape mosaic in Taita Hills, Kenya. *Applied Geography*, *117*, 102185. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102185

Sinapoy M. S. 2018. Kearifan Lokal Masyarakat Adat Suku Moronene dalam Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. HORLEV Volume 2 Issue 2, September 2018: pp. 513-542

Siringoringo, H. H. (2007). Potensi Simpanan Karbon Pada Jenis Tanah Acrisols dan Ferralsols di Hutan Tanaman Acacia mangium Willd. dan Shorea leprosula Miq. Kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, *4*(5), 511-530.

Sitanggang, E.P. 2007. Peranan Vegetasi Batata Pantai (Ipomea pes-caprae) dalam mereduksi erosi Gisik di sepanjang Pantai Teluk Amurang Sulawesi Utara. Jurnal Ilmu Kelautan, 12(2): 104-110. ISSN 0853-7291.

Sluiter, C. Ph., 1901. Die Holothurien der Siboga Expedition. Siboga Exped. 44: 1-142, pls 1-10.

Snijders, L., Greggor, A. L., Hilderink, F., & Doran, C. (2019). Effectiveness of animal conditioning interventions in reducing human–wildlife conflict: A systematic map protocol. *Environmental Evidence*, *8*(S1), 10. https://doi.org/10.1186/s13750-019-0153-7

Somba, N., Mansyur, S., Nur, M. 2019. Mistifikasi Ritual System Pertanian Tradisional Masyarakat Ajatappareng, Sulawesi Selatan. *Jurnal Walennae,* 17(1):19-36. ISSN 1411-0571.

Sparks, R.E.1995. Need for Ecosystem Management of Large Rivers and Their Floodplans: These Phenomenally Productive Ecosystems Produce Fish and Wildlife and Preserve Species. BioScience. 45 (3):168-182.

Stevenson. 2018. In: *The Archaeology of Sulawesi: Current Research on the Pleistocene to the Historic Period*, edited by Sue O'Connor, David Bulbeck and Juliet Meyer,. ANU Press, The Australian National University, Canberra, Australia

Sudarmonowati, E., Yulita, K.S., Partomihardjo, T., dan Wardani, W. 2020. Daftar Merah Tumbuhan Indonesia 1:50 Jenis Pohon Kayu Komersial. LIPI Press. Jakarta.

SULTRAKINI.com (https://sultrakini.com/apakah-ini-penyebab-ribuan-ikan-mati-di-laut-nambo-kendari/) (26 Januari 2022)

Sumolang, Steven. 2011. Kain Tenun Tradisional "Kofo" di Sangihe. Jakarta: Direktorat Tradisi Direktorat Jenderal Nilai Budaya, Seni, dan Film Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata.

Supandi, M., & Senam, S. (2019).Mengembangkan keterampilan berpikirkritis dengan game ritual tumpe. JurnalInovasi Pendidikan IPA, 5(2), 139–146.https://doi.org/10.21831/jipi.v5i2.25920

Supriyono, Agustinus, Alamsyah, Mualimin. 2020. Pirates and the Environment: Bajo Tribe Study in Marine Conservation. E3S Web of Conferences 202, 07003. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020207003

Surono, 1999. An Organic Petrology Studyon Coal and Carbonaceous Rocksfrom the Ariassic Meluhu Formation,Southeast Arm of Sulawesi, Eastern Indonesia. *Majalah Geologi Indonesia* 15 (1-2), h.1-7.

Surtikanti, H.K, A. Syulasmi & N Ramdhani. 2017. Traditional Knowledge of Local Wisdom of Ammatoa Kajang Tribe (South Sulawesi) about Enviromental Conservation. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series: 1-9.

Suryono, T. dan Lukman. 2018. Karakteristik Beberapa Parameter Trofik Perairan Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan. LIMNOTEK Perairan darat Tropis di Indonesia. Vol. 25(2).

Susan Hayes and Gert van den Bergh. 2018 In: *The Archaeology of Sulawesi: Current Research on the Pleistocene to the Historic Period*, edited by Sue O'Connor, David Bulbeck and Juliet Meyer,. ANU Press, The Australian National University, Canberra, Australia

Suseno A., Jamaludin, Rasul M., Hasrah, Ahmad M., Rangga K. A., Sahruddin, Nirsyawita, 2018. Mengembalikan sejarah perburuan di kawasan Hutan Ko'mara. Balai Besar KSDA Sulawesi Selatan.

Suwelo, I. S. 2005. Spesies Ikan Langka dan Terancam Punah Perlu Dilindungi Undang-undang 167 Data terakhir spesies ikan yang terancam punah dari Sulawesi yang dikeluarkan IUCN (1990). Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia 12(2): 153-160

Suyarso. 2019. Teknik Eksplorasi Sumber Daya Pesisir (Terumbu Karang dan Mangrove) Berbasis Geospasial. Penerbit ANDI: Yogyakarta.

Syafrudin. 2016. Identidikasi dan Tingkat Penerapan Inovasi Teknologi Padi Sawah di Kabupaten Parigi Moutong Sulawesi Tengah. Jurnal Agro III (1): 26-36.

Syahrun, Suseno, S., Oka, M.A. 2022. Gambar Cadas Pada Gua Wita Teresa Di Desa Padalere Utama Kecamatan Wiwirano Kabupaten Konawe Utara. Walennae: Jurnal

Arkeologi Sulawesi Selatan dan Tenggara, 20(2), 153-168. ttp://dx.doi.org/10.24832/wln.v20i2.718

Syamsuddin, Nurarini. (2017). Pembuatan Perahu Sande'(Studi Mitologi Masyarakat Pamboang Kabupaten Majene). *Skripsi* pada Universitas Muhamaddiyah Makassar Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Sosiologi. November 2017.

Syarif, E., Fatchan, A., Sumarmi, Astina I.K. 2016. Tradition of Pasang Ri-Kajang in the forest managing in system mores of Ammatoa at district Blulukumba South Sulawesi, Indonesia. Mediterranean Journal of Social Sciences 7(7), 325-332.

Syofia, I., Khair, H., & Anwar, K. (2015). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (Vigna Radiata L) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Padat Dan Pupuk Organik Cair. Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian, 19(1).

Tahara, Tasrifin & Syamsul Bahri. 2018. Nakodai Mara'dia Abanua Kaiyang Toilopo: Spirit Nilai Budaya Maritim dan Identitas orang Mandar. Walasuji. 9 (2): 249—259

Tahir, M. Dalyan, Nurhayati Rahman, Hunaeni, M. Amir P., Fithyani Anwar. (2018). The Buginese's Knowledge of Traditional Medicine in South Sulawesi. International of Science and Research (7)2: 510-514.

Takaya, Yoshikazu. 1982. Montane and Coastal Land Use in South Sulawesi. In Mattilada and Maeda. 1982, pp. 147-176.

Tambaru, Elis, Resti Ura & Mustika Tuwo. 2023. Diversity of herbal medicine in Mamasa District, West Sulawesi, Indonesia. Biodeiversitas 24 (4): 2013-2022.

Tambaru, R., Nafie, Y.A.L. and Junaidi, A.W., 2020, September. Proportion of HABs in Losari coastal waters of Makassar. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 564, No. 1, p. 012018). IOP Publishing.

Tarimana, A. 1993. Kebudayaan Tolaki. Cetakan ke-2. Baiai Pustaka, Jakarta.

Tasirin, J.S., Iskandar, D.T., Laya, A., Kresno, P., Suling, N. Oga, V.T., Djano, R., Bawotong, A., Nur, A., Isfanddri, M., Abbas, W., Rihu, N.A., Poli, E., Lanusi, A.A., Summers, M. 2021. Maleo *Macrocephalon maleo* population recovery at two Sulawesi nesting grounds after community engagement to prevent egg poaching, Global Ecology and Conservation, doi:https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01699.

Taylor, L. H., Latham, S. M., & Woolhouse, M. E. (2001). Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, *356*(1411), 983-989. https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0888

Thoha, H. and Fitriya, N., 2010. The Diversity of Plankton in Sangihe–Sangir Talaud Islands, Sulawesi, Indonesia. Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal, 27(3), pp.112-118.

Thoha, H. and Rachman, A., 2013. Kelimpahan dan distribusi spasial komunitas plankton di perairan Kepulauan Banggai. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 5(1), pp.145-161.

Thoha, H., Bayu, M.D., Rachman, A. and Senming, T., 2019. Phytoplankton Community in The Lembeh Strait, Bitung and Wori Beach, Manado, North of Sulawesi, Indonesia. Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal, 36(3), pp.118-125.

Thoha, H., Kotaki, Y., Panngabean, L., Lundholm, N., Ogawa, H., Lim, P.T., Takata, Y., Kodama, M. and Fukuyo, Y., 2012. Screening of diatoms that produce ASP toxins in Southernmost Asian Waters. Coastal marine science, 35(1), pp.34-38.

Thomas DC, Ardi WH, Hartutiningsih & Hughes M. 2011. Nine new species of Begonia (Begoniaceae) from South and West Sulawesi, Indonesia. Edinburgh J. Bot. 68: 225–255.

Thomas, D.C., Bour, A. & Ardi, W.H. (2018) "Begonia of the Matarombeo karst, Southeast Sulawesi, Indonesia, including two new species." Gardens' Bulletin Singapore 70, 163–176. https://doi.org/10.26492/gbs70(1).2018-15

Torres, D. F., Oliveira, E. S., & Alves, R. R. N. (2018). Conflicts Between Humans and Terrestrial Vertebrates: A Global Review. *Tropical Conservation Science*, *11*, 1–15. https://doi.org/10.1177/1940082918794084

Touwe, Sem. 2020. Local Wisdom Values of Maritime Community in Preserving Marine Resources in Indonesia. Journal of Maritime Studies and National Integration 4 (2): 89-94.,

Tunnicliffe, V., Roux, M., Eléaume, M., Schornagel, D.,

2016. The stalked crinoid fauna (Echinodermata) of the Molucca and Celebes Seas, Indonesia: taxonomic diversity and observations from remotely operated vehicle imagery. Mar Biodiv (2016) 46:365–388.

Turang, Treesye I., Agus Suman, Jeany Mandang & Soemarno. 2012. KAJIAN PERAN MAPALUS DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DI KOTA TOMOHON. Wacana 15 (4): 1-7

Tweedley JR, Bird DJ, Potter IC, Gill HS, Miller PJ, O'Donovan, G, Tjakrawidjaja AH. 2013. Species compositions and ecology of the riverine ichthyofaunas in two Sulawesian islands in the biodiversity hotspot of Wallacea. Journal of fish biology 82: 1916–50. doi: 10.1111/jfb.12121

Umajjah, T., Said, I. M., & Abbas, A. 2021. analisis gambaran dan implementasi "andingingi" sebagai ritual adat suku Kajang di TanaToa: Kajian etnografi. *JOEL: Journal of Educational and Language Research*, *1*(5), 563-574.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

van den Bergh, G. D., Li, B., Brumm, A., Gruen, R., Yurnaldi, D., Moore, M. W., Kurniawan, I., Setiawan, R., Aziz, F., Roberts, R. G., Suyono, Storey, M., Setiabudi, E. & Morwood, M. J. (2016). Earliest hominin occupation of Sulawesi, Indonesia. Nature, 529 (7585), 208-211

van Heekeren, H.R. 1969. De onderste steen boven: Belevenissen van een globetrotter. Assen: Van Gorcum

van Heekren, H.R. 1949. Early Man and Fossil Vertebrates on the Island of Celebes. Nature 163: 492.

Van Steenis, C. G. G. J., Hamzah, A., & Toha, M. (2006). Flora Pegunungan Jawa. Bogor: Pusat Penelitian Biologi-LIPI.

van Steenis, C.G.G.J. (1958) - Ecology of Mangroves. Introduction to Account of the Rhizophoraceae by Ding Hou, Flora Malesiana, Ser. I, 5: 431- 441.

von Rintelen, T, von Rintelen K, Glaubrecht M, Schubart C and Herder F. 2012. Aquatic biodiversity hotspots in Wallacea – the species flocks in the ancient lakes of Sulawesi, Indonesia. In Gower, DJ, Johnson KG, Richardson JE, Rosen BR, Rber L and Williams ST (eds). Biotic Evolution and Environmental Change in Southeast Asia. Cambridge University Press, Cambridge. 290–315.

Wahyudi, T., T.R, Pangabean, dan Pujianto. (2008). *Panduan Lengkap Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Wahyunis, Pengetahuan Sanro Ase dalam Ritual Padi Sawah Masyarakat Bugis di Kabupaten Bone. 2022. Jurnal Interdisiplin Sosiologi Agama (JINSA) (02) 1. 37-48.

Waluyo, H., Sadikin, S.R., Gustami & Whiting, P. (2005) An economic valuation of biodiversity in the karst area of maros, south sulawesi, Indonesia. Biodiversity 6, 24–26. https://doi.org/10.1080/14888386.2005.9712763

Wanaswara.com (https://wanaswara.com/mengenal-pohon-damar-flora-asli indonesia/#:~:text=Daun%20dari%20pohon%20damar%20merupakan,2%2D3%2C5%20m)

Wanda Kuswanda, Freddy Jontara Hutapea, Muhammad Hadi Saputra and Bobby Nopandry (in press). Species distribution model for the Asian tapir and vegetation characteristics of Batang Gadis National Park, North Sumatra, Indonesia. Tropical Life Sciences Research. Early view: 11 November 2022. http://www.tlsr.usm.my/tlsrEV/TLSR%2034-19.pdf

Wang, L., Huang, H., An, L., Thoha, H., Bong, C., Xiao, W. and Gu, H., 2018. Comparison of photosynthetic pigments and phytoplankton assemblages in two types of coastal regions in Southeast Asia-Indonesian Throughflow and river estuary. Acta Oceanologica Sinica, 37(12), pp.18-27.

Weichart, Gabrielle. 2004. Identitas Minahasa: Sebuah Praktik Kuliner. Antropologi Indonesia 74:59-80

West, A. M., Kumar, S., Brown, C. S., Stohlgren, T. J., & Bromberg, J. (2016). Field validation of an invasive species Maxent model. *Ecological Informatics*, 36, 126–134. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2016.11.001

White, P. C. L., & Ward, A. I. (2010). Interdisciplinary approaches for the management of existing and emerging human–wildlife conflicts. *Wildlife Research*, *37*(8), 623–629. https://doi.org/10.1071/WR10191

Whitmore, T.C. 1986. Tropical Rain Forest of The Far East. 2nd. ed. ELBS Oxford University Press, Oxford.

Whitten TJ, Henderson GS, Mustafa M. 2012. Ekologi

Sulawesi. Penerjemah: Tjitrosoepomo, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Whitten, A.J., Mustafa, M. & Henderson, G.S. 1987. The Ecology of Sulawesi, UGM Press. Yogyakarta

Whitten, T., R. E. Soeriaatmadja, and S. A. Afiff. 1996. The Ecology of Java and Bali. Periplus Editions (HK) Ltd., Singapore.

Widayati A, Khasanah N, Dewi S, Roshetko JM. 2017. *Agroforestry and Forestry in Sulawesi series:*

Widiyanto, A., Siarudin, M. (2014). Mengenal Kayu Bitti (Vitex Cofassius) Sebagai Bahan Pembuat Kapal Phinisi. ***ResearchGate.*** https://www.researchgate.net/publication/300143634-MENGENAL-KAYU-BITTI-Vitex-cofassus-SEBAGAI-BAHAN-PEMBUAT-KAPALPHINISI?enrichId=rgreq-9afa41cc7fd42e32ae629a7a75d7d91d-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMwMDE0MzYzNDtBUzozNDkxMTkwODExNDAyMjRAMTQ2MDI0Nzg4MzMxNg==&el=1-x-2&-esc=publicationCoverPdf

Widjaja, Elizabeth A. Yayuk Rahayuningsih, Joeni Setijo Rahajoe, Rosichon Ubaidillah, Ibnu Maryanto, Eko Baroto Walujo & Gono Semiadi. 2014. Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia. LIPI Press:Jakarta

Widodo, P., Uksan, A. Sukendro, A. 2023. Peace Sustainability in Mining Conflict Resolution in Southeast Sulawesi in Realizing National Security. International Journal of Social Science (IJSS) Vol.2 Issue.5 (2303-2310). ISSN: 2798-3463 (Printed) | 2798-4079 (Online). DOI: https://doi.org/10.53625/ijss.v2i5.5212

Winarni, N. L.; Jones, M. 2012. Effect of anthropogenic disturbance on the abundance and habitat occupancy of two endemik hornbill species in Buton island, Sulawesi. Bird Conservation International 22: 222-233.

Wirawati I., Setyastuti A., Purwati P., 2019 Timun Laut dari Perairan Dangkal Indonesia. PT. Media Sains Nasional, 91 pp.

Wirawati, I., Jasmadi, Pratiwi, R., Widyastuti, E., Ibrahim, P.S., 2021. Commercial sea cucumber trading status in Indonesia. AACL Bioflux, 14(6): 3204-3216.

Wirawati, I., Purwati., 2012. Rarely Reported Species of Indonesian Sea Cucumber. Mar. Res. Indonesia, 37(1): 9-23.

Worlanyo, A. S. & Jiangfeng L. 2021. Evaluating the environmental and economic impact of mining for post-mined land restoration and land-use: A review. Journal of Environmental Management. Vol. 279.

Wutsqaa, U. (2022). *Penjelasan Ahli soal Kelelawar Soppeng Hidup Berdampingan dengan Manusia*. Detik. https://www.detik.com/sulsel/wisata/d-6376284/penjelasan-ahli-soal-kelelawar-soppeng-hidup-berdampingan-dengan-manusia

Yackulic, C. B., Chandler, R., Zipkin, E. F., Royle, J. A., Nichols, J. D., Campbell Grant, E. H., & Veran, S. (2013). Presence-only modelling using MAXENT: when can we trust the inferences? *Methods in Ecology and Evolution*, 4(3), 236-243.

Yalindua, F.Y., Peristiwady, T. and Ibrahim, P.S., 2021. Update on new species and record of fishes in the Coral Triangle region for the last 10 years (2008–2019). Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology, 6(1), p.59230.

Yaltan, L., G, E. R., B, H., X, D., & E, D. (2021). Virome of Bat Guano from Nine Northern California Roosts. *Virology*. https://doi.org/10.1128/JVI

Yan, X., Terai, Y., Widayati, K. A., Itoigawa, A., Purba, L. H. P. S., Fahri, F., Suryobroto, B., & Imai, H. (2022). Functional divergence of the pigmentation gene melanocortin-1 receptor (MC1R) in six endemic Macaca species on Sulawesi Island. *Scientific Reports*, *12*(1), Article 1. https://doi.org/10.1038/s41598-022-11681-z

Yuniati, Eny, S. Indriyani, J. Ratoro & Y. Purwanto. (2020). Ethnozoology of the ritual and magic of the To Bada Ethnic Group in the Lore Lindu Biosphere Reserve, Central Sulawesi, Indonesia. Biodiversitas 21 (6): 2645-2653.

Yusron, E., 2016. Struktur Komunitas Ekhinodermata (Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea dan Holothuroidea) di Perairan Taman Nasional Wakatobi Sulawesi Tenggara. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 8(1): 357-366

Yuzammi dan Hidayat S. 2002. The Unique, Endemic and Rare of Sulawesi. Bogor (ID): Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI

Zamad, Nurmiati & Alfiah. 2017. Identitas Arsitektur Mandar pada Bangunan Tradisional di Kabupaten Majene. Nature: National Academic Journal of Architecture 4 (1): 1-10.

Zamzani, R., Mujiburohman D.A., Salim, M.N., & Dewi, Asih Retno. 2022. Kebijakan Penataan Ruang dan Pemanfaatan Danau Tempe. Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia, Administrasi dan Pelayanan Publik Vol IX No. 2, DOI: https://doi.org/10.37606/publik.v9i2.294

Zimmermann, A., McQuinn, B., & Macdonald, D. W. (2020). Levels of conflict over wildlife: Understanding and addressing the right problem. *Conservation Science and Practice*, *2*(10), e259. https://doi.org/10.1111/csp2.259

Zuhdi, S. 2010. *Sejarah Buton yang Terabaikan Labu Rope Labu Wana.* Jakarta: Penerbit Rajagrafindo.

Zulfiani, Eny Yuniati & Ramadhanil Pitopang. (2013). Kajian Etnobotani Suku Kaili Tara di Desa Binangga Kecamatan Parigi Tengah, Kabupaten Parigi Moutong, Sulawesi Tengah. Jurnal Biocelebes (7) 1: 67-74.

Zwahlen, R. 1992. The Ecology of RawaAopa, a Peat-swamp in Sulawesi, Indonesia. Environmental Conservation, 19:226-234.

Daftar Lampiran



Taman Nasional Gandang Dewata
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

Lampiran 1

Persentase tutupan jenis dan tipe vegetasi riparian (0 - 10 m dari tepi perairan) Danau Towuti

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah (spesies)	Tipe	Suku	Persentase penutupan					
					Pohon	Perdu	Rumput	Merambat	Epifit	Tan.Air
1		*Acronyhia pedunculata* (L.) Miq.	Pohon	Rutaceae	2					
2	Cabo-cabo/ gula-gula	*Ageratum conyzoides* L.	Rumput	Asteraceae		10,2				
3		*Aglaia* sp.	Pohon	Meliaceae	3	2				
4	Hutan paku	*Amphineuron immersum* (Bl.) Holtt.	Perdu	Thelypteridaceae		0,2				
5	Jengger	*Anodendron microstachyum* Baker & Aldewer	Tanaman air	Araceae						2,7
6	Kanedero	*Anodendron montanum* Schott.	Perdu	Araceae		2,2				
7	Palem merah	*Arenga* sp.	Pohon	Arecaceae	5					
8	Balajang Tanah	*Aristolochia tagala* Cham.	Merambat	Aristolochiaceae				2,2		
9		*Arundina graminifolia* (D.Don.) Hochr.	Epifit	Orchidaceae					1	
10	Sosokan seba	*Baccaurea lanceolata* (Miq.) Muell-Arg.	Perdu	Euphorbiaceae		4				
11	Bulo rondo/bambu	*Bambusa* sp.	Perdu	Poaceae		32				
12	Dengen/ tobako	*Blumea balsamifera* DC.	Rumput	Asteraceae			2			
13	Jaru-jaru	*Borreria alata (*Aubl.) DC.	Rumput	Rubiaceae			24			
14	Pao-pao	*Buchanania arborescens* (Bl.) Bl.	Pohon	Anacardiaceae	1					
15	Pao-pao	*Buchanania arborescens* Bl.	Pohon	Anacardiaceae	5					
16	Anggrek bunga putih	*Bulbophyllum* sp.	Epifit	Orchidaceae					2	
17	Bosi-bosi	*Bulbostylis capillaris* Kunth.	Rumput	Cyperaceae			1			
18	Campa-campa	*Caesalpinia bundoc* (L.) Roxb.	Rumput	Fabaceae			4			
19	Betao/ mireh	*Calophyllum neo-ehudicum* Guill.	Pohon	Clusiaceae	6					
20	Betao tunggal	*Calophyllum soulattri* Burm.F.	Pohon	Clusiaceae	8,5					
21	Betao/ Bunne-bunne	*Calophyllum* sp.	Pohon	Clusiaceae	35					
22		*Camnosperma auriculatum* Hook.f.	Pohon	Anacardiaceae	1					
23		*Capparis micracantha* DC.	Pohon	Capparidaceae	2,2					
24	Jambu danau	*Cassia alata* L.	Perdu	Fabaceae	2,1					
25	Cemara/buangin	*Casuarina equisitifolia* Blanco	Pohon	Cassuarinaceae	24					
26		*Chionanthus montanus* Bl.	Pohon	Oleaceae	1					
27	Tapon	*Crotalaria striata* DC.	Perdu	Fabaceae		1,2				
28		*Ctenopteris obliquata* (Bl.) Holtt.	Epifit	Gramitidaceae					0,3	
29	Ari-ari	*Cyperus kyllingia* End.	Rumput	Cyperaceae			4,2			
30	Jawi-jawi	*Cyperus* sp.	Rumput	Cyperaceae			22			
31	Rotan/tarumpuh	*Daemonorops* sp	Pohon	Arecaceae	1,3					

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah (spesies)	Tipe	Suku	Persentase penutupan					
					Pohon	Perdu	Rumput	Merambat	Epifit	Tan.Air
32	Angrek bunga coklat	*Dendrobium aloifolium* (Bl.) Reicha.f.	Epifit	Orchidaceae					1,1	
33	Angrek bunga coklat	*Dendrobium crumenatum* Sw.	Epifit	Orchidaceae					0,4	
34	Kariako/pandan	*Dendrobium quadrilobium* Carr.	Epifit	Orchidaceae					2	
35	Coli	*Dendrobium* sp.	Epifit	Orchidaceae					1,1	
36	Pakeng	*Dicranopteris linearis* (Burm.) Und.	Perdu	Gleicheniaceae		7,1				
37	Bulo rondo /bambu	*Dinochloa* sp.	Pohon	Poaceae	12					
38	Lendeng	*Dioscorea alata* L.	Epifit	Dioscoreaceae					1	
39	Nipi-nipi	*Dischidia benghalenses* Colebr.	Merambat	Asclepiadaceae				1,1		
40	Kambang merah	*Dischidia nummularia* R.Br.	Merambat	Asclepiadaceae				2		
41	Anggrek biji	*Dischidia rafflesiana* Wall.	Merambat	Asclepiadaceae				0,1		
42	Rotan/ kalosi-kalosi	*Drymophlocus* sp.	Pohon	Arecaceae	2,2					
43	Paku hutan	*Drynaria* sp.	Epifit	Polypodiaceae					4	
44	Kambang malajang/ kambang doa	*Drynaria sparsisora* (Desv.) Moore	Epifit	Polypodiaceae					4,1	
45	Giwah	*Eclipta alba* Hassk.	Rumput	Asteraceae			0,9			
46	Denge-denge	*Elaeocarpus littoralis* T.et.B.	Perdu	Elaeocarpaceae		2,1				
47	Bolu	*Eleocharis* sp.	Tanaman Air	Cyperaceae						0,3
48	Anggrek putih	*Eria* sp.	Epifit	Orchidaceae	0,1				0,1	
49	Natopune	*Evodia aromatica* Bl.	Pohon	Rutaceae	0,3					
50	Nato puneh	*Fagraea ceilanica* Thunb.	Perdu	Loganiaceae		0,3				
51	Bance	*Ficus annulata* Bl.	Pohon	Moraceae	15					
52	Palli-palli	*Ficus calophylla* Bl.	Pohon	Moraceae	15					
53	Kayu pamakka	*Ficus glandulifera* Wall.	Pohon	Moraceae	3					
54	Jawi-jawi	*Ficus microcarpa* L.f.	Pohon	Moraceae	15					
55		*Ficus minahasae* Miq.	Pohon	Moraceae	0,5					
56	Anggrek Kalidoro	*Freycinetia* sp.	Perdu	Pandanaceae		0,5				
57	Ira-ira	*Fuirena umbellata* Rottb.	Rumput	Cyperaceae			0,2			
58	Mireh	*Garcinia celebica* L.	Pohon	Clusiaceae	0,5					
59	Kayu putih	*Gardenia mutabilis* Reinw.	Perdu	Rubiaceae						
60	Bance birang	*Gardenia tubifera* Wall.	Perdu	Rubiaceae		30				
61	Bambu bulu rondo	*Gigantochloa* sp.	Pohon	Poaceae	17					
62	Cura-cura	*Glochidion arborescens* Blume.	Pohon	Euphorbiaceae	15					
63	Lotong	*Glochidion rubrum* Blume	Pohon	Euphorbiaceae	5					
64	Bulo	*Imperata cylindrica* L.	Rumput	Poaceae			1			
65	Kangkung	*Ipomoea aquatica* Forsk.	Tan. Air	Convolvulaceae					0,2	1
66	Tambewa	*Kjelbergerdendron celebicum* (Korth.) Merr.	Epifit	Orchidaceae						
67	Tambewa/buah merah biru	*Kjelbergiodendron celebicum* (Korth.) Merr	Pohon	Myrtaceae	40					
68	Sattung-sattung	*Knema cinerea* (Poir.) Warb.	Pohon	Myristicaceae	0,5					
69	Pamenta	*Leersii hixandra* Sw.	Rumput	Poaceae			0,5			

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah (spesies)	Tipe	Suku	Persentase penutupan					
					Pohon	Perdu	Rumput	Merambat	Epifit	Tan.Air
70	Paku ular	*Lindsaea* sp.	Perdu	Lindsaeaceae		5				
71	kaloju	*Lophopetalum javanicum* (Zoll.) Turz	Pohon	Celastraceae						
72	Bunga teka taki	*Lycopodiella cernua* (L.) Pic.	Perdu	Lycopodiaceae		1				
73	Pao-pao	*Mangifera laurina* Bl.	Pohon	Anacardiaceae	3					
74	Cabo-cabo	*Melastoma malabatrichum* L.	Perdu	Melastomataceae		20				
75	Mire	*Memecylon costatum* Miq.	Rumput	Melastomataceae			0,2			
76	Nipi-nipi	*Mischocarpus sundaicus* Bl.	Pohon	Sapindaceae	0,2					
77	Bance	*Nauclea purpurascens* Korth.	Perdu	Rubiaceae		15				
78	Anggrek kalidoro	*Nepenthes maxima* Reinw.	Merambat	Nepenthaceae				0,5		
79	Cere-cere/kantong semar/cura-cura	*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce.	Merambat	Nepenthaceae				2,5		
80	Paku-paku	*Nephrolepis radicans* Kuhn.	Rumput	Nephrolepidaceae			0,5			
81	Kariako/pandan	*Pandanus* sp.	Perdu	Pandanaceae		0,5				
82	Rumput/rumput kerbau/balag-balag	*Paspalum conjugatum* Berg.	Tanaman Air	Poaceae						10
83	Pae-pae/rumput kerbau/kao-kao	*Paspalum scrobiculatum* L.	Tanaman Air	Poaceae						1
84	Rumput tille	*Pennisetum* sp.	Tanaman Air	Poaceae						0,5
85	Balajang	*Phanera pulva* Bl. Ex Miq.	Rumput	Fabaceae			0			
86	Anggrek biru	*Phymatosorus nigrescens* Bl.	Rumput	Polypodiaceae			5,2			
87	Lope-lope	*Piper betle* L.	Merambat	Piperaceae				1,5		
88	Lekobe/bomboh	*Piper miniatum* Bl.	Merambat	Piperaceae				0,2		
89	Lope-lope	*Piper* sp.	Merambat	Piperaceae				1,5		
90	Lope-lope/balajang jawi	*Piper unguiculatum* Bl.	Merambat	Piperaceae				0,2		
91	Bulo rondo/bambu	*Pleomele angustifolia* (Roxb.) N.E.Br.	Perdu	Liliaceae		5				
92	Sanru	*Podocarpus neriifolius* D.Don	Perdu	Podocarpaceae		0,5				
93	Bunga-bunga putih	Ottelia mesenterium	Tanaman Air	Hydrocharitaceae						40
94	Anggrek bunga putih	*Pomatocalpa latifolia* (Lind.) J.J.S.	Epifit	Orchidaceae					2	
95	Balajang	*Psychotria sarmentosa* Bl.	Perdu	Rubiaceae		4				
96	Pakeng	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.	Rumput	Dennstaedtia Group			0,5			
97	Kanedero/Anggrek Puyuh	*Pyrrosia nummulariafolia* (Sw.) Ching.	Epifit	Polypodiaceae					0,6	
98	Bunne - bunne	*Rapanea avenis* Miz.	Perdu	Myrsinaceae		15				
99	Kaloju/ Cura- cura pangka	*Rapanea hasseltii* (Bl.) Mez.	Perdu	Myrsinaceae		3				
100	Nato	*Rapanea* sp.	Perdu	Myrsinaceae		2,2				
101	Sosokan seba	*Santiria laevigata* Blume.	Perdu	Burseraceae		2				

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah (spesies)	Tipe	Suku	Persentase penutupan					
					Pohon	Perdu	Rumput	Merambat	Epifit	Tan.Air
102	Jaru - jaru / lope-lope	*Sarcotheca celebica* Veldk.	Rumput	Oxalidaceae			80,2			
103	Balajang	*Schefflera elliptica* (Bl.) Harms.	Perdu	Araliaceae		0,2				
104	Rumput	*Scleria ciliaris* Nees	Rumput	Cyperaceae			1,2			
104	Ira-ira	*Scleria purpurascens* Stend.	Rumput	Cyperaceae			0,1			
106	Binintih	*Scoparia dulcis* L.	Rumput	Scrophulariaceae			0,5			
107	Pokaah	*Stachytarpheta australia* Moldenke	Perdu	Verbenaceae		5				
108	Palli	*Sterculia insularis* R.Br.	Perdu	Sterculiaceae		0,3				
109	Cura-cura	*Syzygium* sp.	Pohon	Myrtaceae	2,2					
110	Jaru - jaru	*Syzygium spicata* Lamk.	Pohon	Myrtaceae	2					
111		*Syzygium zeylanicum* (L.) DC.	Pohon	Myrtaceae	0,3					
112	Dengen seba	*Tetracera scandens* (L.) Merr.	Perdu	Dilleniaceae		2,5				
113	Bunu	*Trichospermum kjelbergii* Burr.	Pohon	Tiliaceae	2,5					
114	Angrek bunga putih	*Trixspermum centipeda*	Epifit	Orchidaceae					0,2	
115	Anggrek pohon	*Vittaria zorteriifolia* Ching.	Epifit	Vittariaceae					2,5	
116		*Xanthophyllum tennipetalum* Meijdn.	Rumput	Polygalaceae			40			

Lampiran 2

Spesies Ikan yang ditemukan di beberapa lokasi Danau di Sulawesi

No	Spesies	Nama lokal	Suku	Danau Towuti	Danau Matano	Danau Mahalona	Danau Tempe	Tipe
1	-	Kampulang	Charangidae				√	Lokal
2	*Adrianichthys poptae*	-	Adrianichthyidae			√		Endemik
3	*Ambassis urotaenia*	-	Ambassidae			√		Lokal
4	*Anabas testudieus*	Betok	Anabantidae	√	√	√		Introduksi*
5	*Anguilla sp.*	Sidat/Masapi	Anguillidae			√		Lokal
6	*Anguilla-anguilla*	Sidat	Anguillidae				√	Lokal
7	*Aplocheilus panchax*	Kepala Timah	Aplocheilidae	√	√	√		Introduksi*
8	*Barbonymus gonionotus*	Tawes	Cyprinidae				√	Lokal
9	*Caranx sexfasciatus*	-	Carangidae			√		Introduksi
10	*Channa striata*	Gabus	Channidae	√	√	√	√	Introduksi*
11	*Clarias batrachus*	Lele	Clariidae		√		√	Introduksi
12	*Dermogenys pusilla*	Julung-julung	Zenarchopteridae				√	Lokal
13	*Giuris margaritaceus*	-	Eleotridae			√		Introduksi
14	*Glossogobius c.f aureus*	Blosoh/Bungo	Gobiidae				√	Endemik
15	*Glossogobius celebius*	Anggori	Gobiidae	√				Endemik**
16	*Glossogobius flavipinnis*	Bungo	Gobiidae	√		√		Endemik**
17	*Glossogobius intermedius*	Boto-boto	Gobiidae	√		√		Endemik**
18	*Glossogobius matanensis*	Butini	Gobiidae	√	√	√		Endemik**
19	*Gobiopterus sp.*	-	Gobiidae			√		Endemik
20	*Helostoma temmincki*	Tambakan	Helostomatidae				√	Lokal
21	*Monopterus albus*	Belut	Synbranchidae				√	Lokal
22	*Mugil spp*	Belanak	Mugilidae				√	Introduksi
23	*Mugilogobius adeia*	-	Gobiidae		√			Endemik
24	*Mugilogobius cf. adeia*	-	Gobiidae		√			Endemik
25	*Mugilogobius latifrons*	-	Gobiidae	√	√	√		Endemik**
26	*Mugilogobius rexi*	-	Gobiidae	√				Endemik**
27	*Mugilogobius sp.*	-	Gobiidae	√				Endemik**
28	*Nomorhamphus brembachi*	-	Zenarchopteridae		√			Endemik
29	*Nomorhamphus towoeti*	-	Zenarchopteridae	√				Endemik**
30	*Nomorhamphus megarrhamphus*	Dui-dui	Zenarchopteridae	√		√		Endemik**
31	*Nomorhamphus weberi*	Dui-dui	Zenarchopteridae		√			Lokal
32	*Oreochromis niloticus*	Nila	Cichlidae	√		√	√	Introduksi*
33	*Oryzias marmoratus*	Padi	Adrianichthyidae	√		√		Endemik**
34	*Oryzias matanensis*	Padi-padi	Adrianichthyidae		√			Endemik
35	*Oryzias profundicola*	Padi	Adrianichthyidae	√				Endemik**
36	*Osteochilus vittatus*	Nilem/Doyok	Cyprinidae			√	√	Lokal/ Introduksi
37	*Oxyeleotris marmorata*	Betutu/Lapuso	Butidae				√	Introduksi

No	Spesies	Nama lokal	Suku	Danau Towuti	Danau Matano	Danau Mahalona	Danau Tempe	Tipe
38	*Oxyeleotris sp.*	Betutu	Butidae			√		Introduksi
39	*Paratherina cyanea*	Bonti-bonti sirip merah	Telmatherinidae	√		√		Endemik**
40	*Paratherina labiosa*	Bonti-bonti	Telmatherinidae	√		√		Endemik**
41	*Paratherina sp.*	Bonti-bonti	Telmatherinidae	√				Endemik**
42	*Paratherina striata*	Bonti-bonti biru	Telmatherinidae	√		√		Endemik**
43	*Paratherina wolterecki*	Bonti-bonti	Telmatherinidae	√		√		Endemik**
44	*Periophthalmus argentilineatus*	-	Oxudercidae			√		Lokal
45	*Periophthalmus kalolo*	-	Oxudercidae			√		Lokal
46	*Poecilia reticulata*	Seribu	Poeciliidae		√	√		Introduksi
47	*Siganus vermiculatus*	-	Siganidae			√		Introduksi
48	*Telmatherina abendanoni*	Opudi	Telmatherinidae		√			Endemik
49	*Telmatherina antoniae*	Opudi	Telmatherinidae		√			Endemik
50	*Telmatherina bonti*	Bonti/rainbow	Telmatherinidae	√		√		Endemik**
51	*Telmatherina celebensis*	Pangkilang kasar/kuning/ rainbow	Telmatherinidae	√		√		Endemik**
52	*Telmatherina obscura*	Opudi/rainbow	Telmatherinidae		√	√		Endemik
53	*Telmatherina opudi*	Opudi/rainbow	Telmatherinidae		√	√		Endemik
54	*Telmatherina prognatha*	Opudi	Telmatherinidae		√			Endemik
55	*Telmatherina sarasinorum*	Opudi/rainbow	Telmatherinidae		√	√		Endemik
56	*Telmatherina wahjui*	Opudi	Telmatherinidae		√			Endemik
57	*Tominanga aurea*	Pangkilan kasar/ merah	Telmatherinidae	√		√		Endemik**
58	*Tominanga sanguicauda*	Pangkilan kasar/ merah	Telmatherinidae	√		√		Endemik**
59	*Trichopodus pectoralis*	Sepat siam/ Janggo	Osphronemidae		√		√	Introduksi/ lokal
60	*Zenarchopterus novaeguineae*	-	Zenarchopteridae			√		Endemik

Lampiran 3

Jumlah spesies Echinodermata di perairan sekitar Sulawesi

Nama	Jumlah Spesies	Wilayah Ekoregion	Literatur
Kelas: Asteroidea			
Ordo: Valvatida			
Suku: Archasteridae	1	EL 7	11
Suku: Asterinidae	1	EL 12	10
Suku: Goniasteridae	1	EL 7	9
Suku: Ophidiasteridae	2	EL 7	11
Suku: Oreasteridae	3	EL 7, EL 12	11, 12
Ordo: Paxillosida			
Suku: Astropectinidae	2	EL 12, EL 13	13
Suku: Luidiidae	2	EL 13	14
Kelas: Echinoidea			
Ordo: Diadematoida			
Suku: Diadematidae	3	EL 10	7
Ordo: Camarodonta			
Suku: Temnopleuridae	2	EL 10	7
Suku: Toxopneustidae	1	EL 10	7
Suku: Echinometridae	1	EL 10	7
Kelas: Holothuroidea			
Ordo: Holothuriida			
Suku: Holothuriidae	55	EL 8, EL 11, EL 12, EL 13	1, 2, 3, 4, 5, 6
Ordo: Synallactida			
Suku: Stichopodidae	7	EL 8, EL 13	1, 2, 5
Ordo: Dendrochirotida			
Suku: Sclerodactylidae	4	EL 8, EL 13	1, 5, 6
Suku: Cucumariidae	3	EL 8	5
Suku: Phyllophoridae	4	EL 8	1, 5
Ordo: Apodida			
Suku: Synaptidae	13	EL 8, EL 10, EL 13	1, 5, 6, 7, 8
Suku: Chiridotidae	1	EL 8	5, 6
Kelas: Ophiuroidea			
Ordo: Euryalida			
Suku: Asteronychidae	1	EL 13	15
Ordo: Ophiacanthida			
Suku: Ophiacanthidae	2	EL 12, EL 13	15
Ordo: Amphilepidida			
Suku: Amphiuridae	3	EL 13	15
Suku: Amphilepididae	1	EL 13	15
Suku: Ophiactidae	1	EL 12	15
Suku: Ophionereididae	1	EL 13	15

Nama	Jumlah Spesies	Wilayah Ekoregion	Literatur
Ordo: Ophiurida	3	EL 13	15
Suku: Ophiopyrgidae	4	EL 13	15
Suku: Ophiuridae	2	EL 13	15
Suku: Ophiomusaidae	1	EL 13	15
Ordo: Ophioleucida			
Suku: Ophiernidae	1	EL 12, EL 13	15
Ordo: Ophioscolecida			
Suku: Ophiohelidae	1	EL 13	15

Sumber: 1. Wirawati *et al*. (2019); 2. Setyastuti *et al*. (2019); 3. Wirawati & Purwati (2012); 4. Samyn *et al* (2006); 5. Massin (1999); 6. Sluiter (1901); 7. Sese *et al* (2018); 8. Massin & Tomascik (1996); 9. Ning & Yulin (2013); 10. O'Loughlin & Rowe (2006); 11. Aldiansyach *et al*. (2014); 12. Doderlein (1936); 13. Doderlein (1917); 14. Doderlein (1920); 15. Koehler (1904)

Lampiran 4

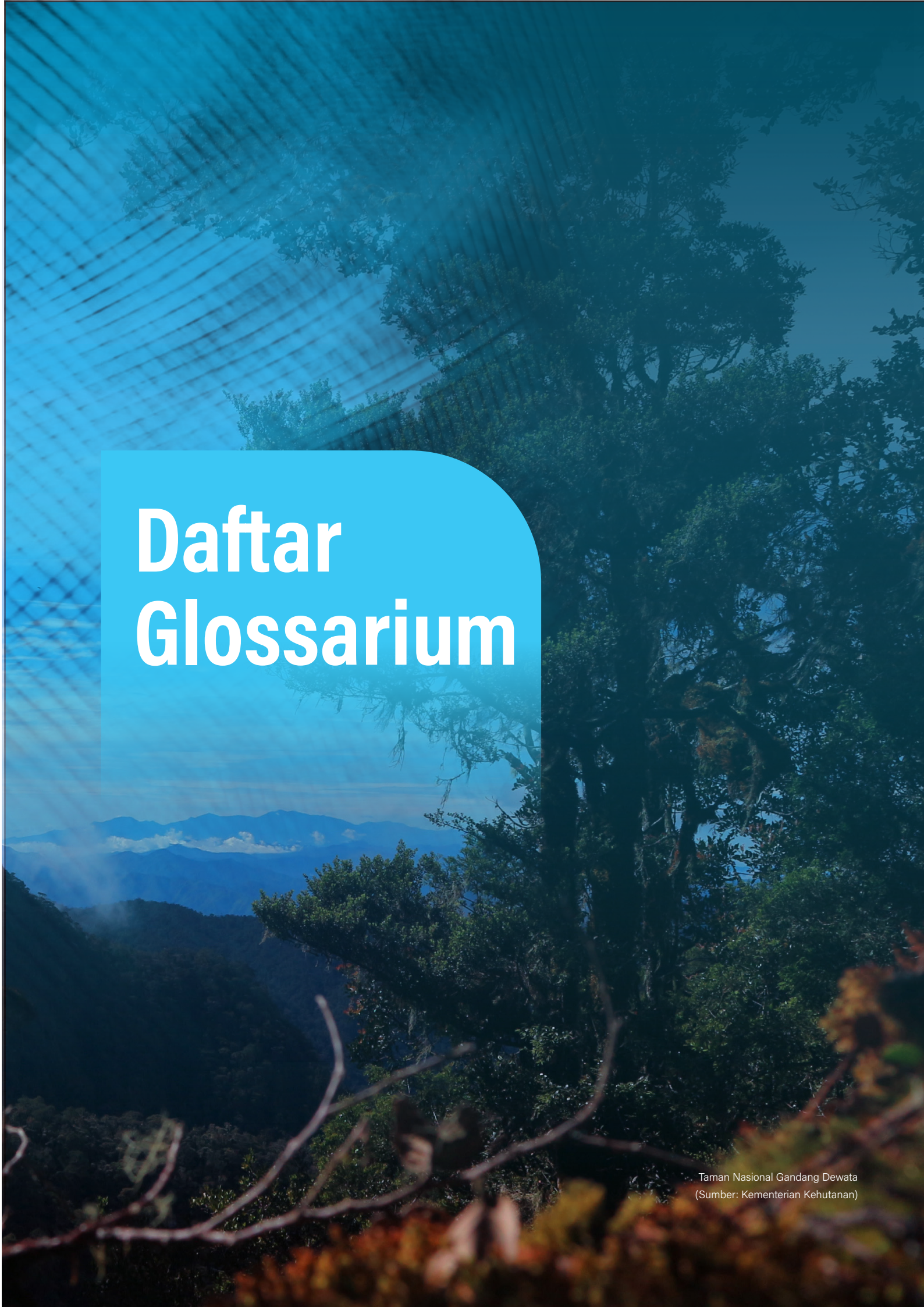
Spesies Tumbuhan Obat yang digunakan Suku Kaili dan manfaatnya

No.	Nama Lokal	Spesies	Suku	Kegunaan
1	Kapasan	*Abelmoschus moschatus* [L.] Medic	Malvaceae	Proses bersalin
2	Uru	*Elmerrillia ovalis* (Miq) Dandy	Maqnoliaceae	Kosmerik, Demam
3	Ambarogo	*Cordia corymbosa* Miq.	Boraginaceae	Sakit perut
4	Balacai	*Jatropha curcas* L.	Euphorbiaceae	Sariawan, luka kena pisau
5	Bambu batu	*Dendrocalamus strictus* (Roxb)	Poaceae	Penyakit kuning
6	Bayam duri	*Amaranthus spinosus* L.	Amaranthaceae	Konstipasi
7	Benalu	*Scurrula artopurpurea*	Loranthaceae	Tumor, Muntah darah
8	Bila	*Crecentia cujete* L.	Bignoniaceae	Hernia
9	Bolu bua	*Piper betle* L.	Piperaceae	Bau badan, bau mulut, keputihan
10	Bolu karuke	*Piper retrofractum* Vahl.	Piperaceae	Sakit gigi
11	Bolu Lasu	*Piper majusculum* Blume.	Piperaceae	Viagra
12	Bolu Tana	*Piper sp.*	Piperaceae	Bau badan, bau mulut
13	Bunga pagoda	*Clerodendron japonicum*	Lamiaceae	Bisul
14	Cakar Ayam	*Selaginella sp.*	Selaginellaceae	Demam, anti kanker
15	Daun rusuk	*Amydrium Zippelianum*	Araceae	Nyeri tulang rusuk
16	Daun sendok	*Plantago asiatica*	Plantaginaceae	Prostat, usus buntu, Hernia
17	Gamal	*Gliricidia sepium* (jacq) Kunth	Fabaceae	luka potong, pusing
18	Gedi	*Abelmoschus manihot* (L.) Medicus	Malvaceae	Ginjal, proses bersalin
19	Gonato	*Clerodendrum sp.*	Lamiaceae	Infeksi luka
20	Pomempe	*Imperata cylindrica*	Poaceae	Suplemen
21	Hipodo Walo	*Curanga fel-ferrae* (Lour.) Merr.	Linderniaceae	Penyakit dalam
22	Jambu batu	*Psidium guajava* Linn.	Myrtaceae	Diare
23	Jeruk Bali	*Citrus maxima* Merr.	Rutaceae	Diabetes
24	Kalebou	*Hibiscus tiliaceus* L.	Malvaceae	Bronkitis
25	Kanuna	*Cordia myxa* L.	Boraginaceae	Luka terpotong
26	Kaporontomat	*Apium graveolens* L.	Apiaceae	Batuk rejan
27	Kapumpu	*Ocimum basilicum* L.	Lamiaceae	Sakit kepala, luka
28	Kayu Manuru	*Senna alatta* L.	Fabaceae	Infeksi jamur kulit
29	Keladi bunga	*Syngonium podophyllum*	Araceae	Penangkal racun ular dan lipan
30	Kelor	*Moringa oleifera* Lamk.	Moringaceae	Demam tinggi, Diabetes
31	Kondouwe	*Spilanthes paniculata* Wall. b DC	Asteraceae	Sakit gigi
32	Kopi arabika	*Coffea canephora* Pierre	Rubiaceae	Hipertensi
33	Kujadi	*Kalanchoe pinnata* Pers.	Crassulaceae	Bisul
34	Kumis Kucing	*Orthosiphon aristatus* (Bl.) Miq.	Lamiaceae	Batu ginjal
35	Kurondo	*Zingiber zerumbet* (L.) Roscoe ex Sm	Zingiberaceae	Kaki gajah
36	Labu kuning	*Cucurbita moschata* D.	Cucurbitaceae	Sakit mata
37	Lamba	*Nicotiana tabacum* L.	Solanaceae	Bau mulut

No.	Nama Lokal	Spesies	Suku	Kegunaan
38	Lambantomate	*Elephantopus mollis* Kunt.	Asteraceae	Stroke
39	Langalo	*Glinus oppositifolia* (L.) DC	Molluginaceae	Batu ginjal
40	Languntule	*Drymaria cordata* (L.) Willd ex Schult	Caryophyllaceae	Diabetes
41	Lasuani	*Amaranthus lividus* L.	Amaranthaceae	Sakit kepala, kerasukan
42	Lekosa	*Pollia secundiflora* (Bl.) Back	Commelinaceae	Pembengkakan kaki
43	Lelompeba	*Dysophylla auricularia* (L) Blume	Lamiaceae	Batuk rejan
44	Lengaru	*Alstonia scholaris* R.Br.	Apocynaceae	Malaria, luka bagian dalam
45	Levonu	*Ficus septica* Burm. F.	Moraceae	Infeksi mata
46	Mapo	*Maccaranga hispida* (Blume) Muell.	Euphorbiaceae	Papilloma
47	Matesambula	*Cassia* sp.	Fabaceae	Epilepsi
48	Mayana	*Coleus scutellarioides* Bth.	Lamiaceae	Batuk, penyakit dalam
49	Mpo Mata	*Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken	Crassulaceae	Bisul
50	Legetan	*Synadrella nodiflora* (L.) Gaertn	Asteraceae	Rabies
51	Bendot	*Dichrocephala integrifolia* (L.f)	Asteraceae	Kerasukan, penyembuhan pada luka
52	Ruku-ruku	*Hyptis suaveolens* (L.) Poir.	Lamiaceae	Kurap kaki
53	Sangitan	*Sambucus javanica* Reinw	Adoxaceae	Perawatan kulit
54	Papaya	*Carica papaya* L	Caricaceae	Hipertensi, penyembuhan pada luka
55	Nura	*Begonia aptera* Blume	Begoniaceae	Cacingan
56	Pada	*Eleusine indica* (L.) Gaertn	Poaceae	Penguatan uterus
57	Palola Bua	*Luffa cylindrical* Roem	Cucurbitaceae	Perut kembung
58	Pancihinana	*Scindapsus pictus* Hassk	Araceae	Jamur kulit
59	Pancisilana lida	*Sporobulus diandrus* (Retz) P.Beauv.	Poaceae	Kosmetik
60	Pancisilana lore	*Merremia umbellata* (L.) Hallier f.	Euphorbiaceae	Kosmetik (bintik pada wajah)
61	Pancongkolangi	*Centella asiatica* L. (Urb.)	Fabaceae	Tuberculosis
62	Panuntu	*Phyllanthus urinaria* L	Lamiaceae	Kidney, Urolithiasis
63	Paparispa	*Cyperus killingia* Endl.	Crassulaceae	Possessed
64	Paralente.	*Ageratum conyzoides* L	Asteraceae	Cuts, step
65	Parancina.	*Solanum lycopersicum* L	Asteraceae	Fever, Burns
66	Paria. e	*Momordica charantia* L	Lamiaceae	Cough, Fever, Ulcer
67	Pasolonteneru E	*Equisetum debile* Roxb.Ex	Equisetaceae	Broken ribs, Muscle strain
68	Penesilin.	*Jatropha mutifida* L	Euphorbiaceae	Cuts, Stomatitis
69	Pia topoule. I	*Eleutherina bulbosa* (Mill.) Urb	Iridaceae	Heart disease, Hemorrhoid
70	Pinahong	*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis	Basellaceae	Tumor, Hypertension
71	Posuntikala.	*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Sm	Zingiberaceae	Gout
72	Puroo.	*Eclipta prostata* (L.) L	Asteraceae	Umbilical treatment
73	Putri Malu. H	*Mimosa pudica* L	Leguminosae	eatiness, Insomnia
74	Sakimalei.	*Amphineuron* sp.	Thelypteridaceae	Fever and Rashes
75	Sampularo	*Murdannia blumei (*Hassk.*)*	Commelinaceae	Face's mole
76	Sarang Semut.	*Myrmecodia* sp.	Rubiaceae	HypertensionUlcer,
77	Silaguri t	*Sida rhombifolia* L.	Malvaceae	Infection, Teeth treatmen
78	Simulasi	*Euphorbia hirta* L	. Euphorbiaceae	Appendix

No.	Nama Lokal	Spesies	Suku	Kegunaan
79	Sinduru	*Melastoma candidum* D.Don	Melastomataceae	Abscesses, Nosebleed
80	Sirsak	*Annona reticulata* L.	Annonaceae	Kidney, Hypertension
81	Susupi.	*Bidens pilosa* L	Asteraceae	Post-maternity treatment, Coug
82	Taba	*Cordylin fructicosa* A.Chev.	Asparagaceae	TBC
83	Tambajarabung	*Hyptis capitata* Jack.	Lamiaceae	Kidney, Liver
84	Kau Jawa	*Lannea coromandelica Merr.*	Anacardiaceae	Hepatitis and Diabetes
85	Tambuang kebe	*Senna tora* L. *(Roxb)*	Fabaceae	Melena
86	Tampei	*Physalis angulata* L.	Solanaceae	Hypertension
87	Tatari	*Scleria purpurelens* Steud.	Cyperaceae	Kidney
88	Tavalevo.	*Piper umbellatum* L	Piperaceae	Erectile dysfunction
89	Tave Lehoka	*Comelina diffusa* Burm. f.	Commelinaceae	Gout
90	Tave hikonco	*Ficus stipulare* L.	Moraceae	Jaundice
91	Tavovi	*Ipomoea batatas* (L.) Poir	Convolvulaceae	Skin diseases
92	Tintiase	*Cheilocostus speciosus*	Marattiaceae	Fever
93	Tombila	*Angiopteris evecta* (G Forst) Hoffm	Urticaceae	Rabies
94	Tombu	*Poikilospermum suaviolen* (BL.) Merr	Rubiaceae	Breast cancer
95	Towote.	*Anthocepalus chinensis* (Lam.) C	Cyperaceae	Malaria, Internal injuries
96	Voluntile	Eleocharis artopurpurea Retz. Presl.	Asteraceae	Postpartum treatmen
97	Wavaro	*Crassocephalum crepidioides* (Benth)	Asteraceae	Cuts
98	Wingkotu	*Erigeron sumatraensis* Retz.	Marattiaceae	Leprosy
99	Manggarada	*Acmella ciliate* (Kunth) Cass	Asteraceae	Toothache
100	Roviga	*Calotropis gigantea*	Apocynaceae	Stomatitis, Measles
101	Varo-Varo	*Cyantjilium cinereum* (L) H.Rob.	Asteraceae.	Cough
102	Kayu Hitam	*Dyospyros celebica* Bakh	Ebenaceae	Internal diseases
103	Kamboja Putih	*Plumeria alba.*	Apocynaceae	Breast cancer
104	Una-Una	*Piper aduncum* L	Piperaceae)	Skin diseases (Itching
105	Titilu	*Tacca palmate* Blume	Taccaceae	Acne and Ulcer
106	Parada	*Chromolaena odorata (*L.*)*	Asteraceae	Minor cuts
107	Palio	*Cinnamomum parthenoxylon*	Lauraceae	Malaria
108	Wintonu	*Melochia umbellate*	Sterculiaceae	Bronchitis
109	Jati	*Tectona grandis*	Lamiaceae)	Skin diseases (Itching
110	Samundu	*Polyscias nodosa* (Bl.) Seem	Araliaceae	Cancer
111	Tintiahe	*Elephantopus scaber* L	Asteraceae	Nail diseases
112	Siguntu lele	*Synedrella nodiflora* (L) Gaertn	Asteraceae	Arthritis, Gout
113	Marangkapi	*Oreocnide rubescens* (Blume) Miq	Urticaceae	Breast tumor

Daftar Glossarium



Taman Nasional Gandang Dewata
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

Areal Bernilai Konservasi Tinggi (ABKT)	Areal yang memiliki nilai penting bagi konservasi keanekaragaman hayati dan ekosistem, jasa ekosistem, fungsi sosial, dan fungsi budaya bagi masyarakat termasuk High Conservation Value Forest (HCVF) atau High Conservation Value Area (HCVA) (Peraturan Direktorat Jenderal/Perdirjen KSDAE P.1/KSDAE/BPE2/KSA.4/2/2021)
Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL)	Kajian mengenai dampak penting suatu Usaha dan/atau Kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan Usaha dan/atau Kegiatan (Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012).
Areal Penggunaan Lain (APL)	Areal hutan yang ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan tentang Penunjukan Kawasan Hutan dan Perairan Provinsi, atau berdasarkan Tata Guna Hutan Kesepakatan (TGHK) menjadi bukan kawasan hutan.
Cagar Alam	Kawasan suaka alam yang karena keadaan alamnya mempunyai kekhasan tumbuhan, satwa, dan ekosistemnya atau ekosistem tertentu yang perlu dilindungi dan perkembangannya berlangsung secara alam. (Undang-undang (UU) No 5/1990)
Cagar Biosfer	Kawasan yang terdiri dari ekosistem asli, ekosistem unik, dan/atau ekosistem yang telah mengalami degradasi yang keseluruhan unsur alamnya dilindungi dan dilestarikan bagi kepentingan penelitian dan pendidikan. (UU No 5/1990)
CITES (Convention on International Trade in Endangered Spesies of Wild Fauna and Flora)	Konvensi atau perjanjian internasional yang bertujuan untuk membantu pelestarian populasi di habitat alamnya melalui pengendalian perdagangan internasional spesimen tumbuhan dan satwa liar. (Peraturan Menteri (Permen) LHK No 20 Tahun 2022)
Deforestasi	Deforestasi adalah perubahan secara permanen dari areal berhutan menjadi tidak berhutan (Permen LHK Nomor 70 Tahun 2017).
Ekosistem	Sistem hubungan timbal balik antara unsur dalam alam, baik hayati (tumbuhan dan satwa liar serta jasad renik) maupun nonhayati (tanah dan bebatuan, air, udara, iklim) yang saling tergantung dan pengaruh-mempengaruhi dalam suatu persekutuan hidup. (PP No 28 Tahun 2011)
Hutan	Suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan.
Kawasan hutan	Wilayah tertentu yang ditetapkan oleh Pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap.
Hutan Konservasi	Kawasan hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya. (UU No. 41 Tahun 1999)
Hutan Lindung	Kawasan Hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah.
Hutan Produksi	Kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil hutan. (UU No. 41 Tahun 1999)
Hutan Produksi yang dapat Dikonversi yang selanjutnya disebut HPK	Kawasan Hutan Produksi yang tidak produktif dan produktif yang secara ruang dapat dicadangkan untuk pembangunan di luar kegiatan kehutanan atau dapat dijadikan lahan pengganti Tukar Menukar Kawasan Hutan.
Hutan Produksi Terbatas	Kawasan Hutan dengan faktor-faktor kelas lereng, jenis tanah, dan intensitas hujan setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai antara 125 (seratus dua puluh lima) sampai dengan 174 (seratus tujuh puluh empat) di luar kawasan Hutan Lindung, hutan suaka alam, hutan pelestarian alam, dan Taman Buru
Hutan Adat	Hutan yang berada di dalam wilayah masyarakat hukum adat (Permen LHK Nomor 17 Tahun 2020).
Hutan Wisata ialah	Hutan yang karena keindahannya sedemikian rupa, sehingga mempunyai kemampuan untuk dibina secara khusus untuk keperluan pariwisata dan/atau wisata buru (UU Nomor 5 Tahun 1990).
Kawasan Ekosistem Esensial (KEE)	Kawasan di luar Kawasan Suaka Alam, Kawasan Pelestarian Alam, dan Taman Buru yang secara ekologis penting bagi keanekaragaman hayati. (Perdirjen KSDAE P.1/KSDAE/BPE2/KSA.4/2/2021)
Kawasan lindung	Wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam dan sumber daya buatan.

Kawasan Konservasi Perairan	Kawasan Konservasi Perairan adalah Kawasan perairan yang dilindungi, dikelola dengan sistem zonasi, untuk mewujudkan pengelolaan sumber daya ikan dan lingkungannya secara berkelanjutan. (Permen KKP 22/2020). Untuk daerah disebut Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD).
Kawasan Pelestarian Alam	Kawasan dengan ciri khas tertentu, baik di darat maupun di perairan yang mempunyai fungsi perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya. (UU No 5 Tahun 1990)
Kawasan Suaka Alam	Kawasan dengan ciri khas tertentu, baik di darat maupun di perairan yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan. (UU No. 5 Tahun 1990)
Keanekaragaman Hayati	Keanekaragaman makhluk hidup di muka bumi dan peranan-peranan ekologisnya, yang meliputi keanekaragaman ekosistem, keanekaragaman spesies, dan keanekaragaman genetik. (UU No. 5 Tahun 1990)
Kebun Raya	Kawasan konservasi tumbuhan secara ex situ yang memiliki koleksi tumbuhan terdokumentasi dan ditata berdasarkan pola klasifikasi taksonomi, bioregion, tematik, atau kombinasi dari pola- pola tersebut untuk tujuan kegiatan konservasi, penelitian, pendidikan, wisata, dan jasa lingkungan (Peraturan Presiden RI Nomor 93 Tahun 2011).
Kesatuan Pengelolaan Hutan Konservasi	Wilayah pengelolaan hutan yang seluruh atau sebagian besar wilayahnya terdiri dari hutan konservasi yang dikelola secara efisien untuk melindungi sistem penyangga kehidupan, mengawetkan keanekaragaman hayati dan memanfaatkan keanekaragaman hayati secara lestari.
Key Biodiversity Area	Area yang sangat penting di dunia bagi spesies dan habitatnya
Konservasi Sumber Daya Alam	Pengelolaan sumber daya alam untuk menjamin pemanfaatannya secara bijaksana serta kesinambungan ketersediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai serta keanekaragamannya. (UU No 32 Tahun 2009)
Konservasi Eks-situ	Upaya konservasi yang dilakukan dengan menjaga dan mengembangbiakkan spesies tumbuhan dan satwa di luar habitat alaminya dengan cara pengumpulan spesies, pemeliharaan, pengawetan dan budidaya (penangkaran).
Konservasi In-situ	Upaya perlindungan, pengawetan dan pemanfaatan secara lestarai flora, fauna dan ekosistem yang dilakukan di dalam habitat aslinya agar tetap utuh dan terjadi proses kehidupan berjalan secara alami. (UU No.5 tahun 1990)
Lembaga Konservasi	Lembaga yang bergerak di bidang konservasi tumbuhan dan/atau satwa liar di luar habitatnya (eks-situ), baik berupa lembaga pemerintah maupun lembaga non-pemerintah. (Permen Kehutanan P.22/Menlhk/setjen/kum.1/5/2019)
Pusat Penyelamatan Satwa	Tempat untuk melakukan kegiatan pemeliharaan satwa hasil sitaan atau temuan atau penyerahan dari masyarakat yang pengelolaannya bersifat sementara sebelum adanya penetapan penyaluran satwa (animal disposal) lebih lanjut oleh Pemerintah. (Permenhut P.31/Menhut-II/2012)
Rencana tata ruang	Hasil perencanaan tata ruang (Undang Undang Nomor 26 Tahun 2007).
Suaka Margasatwa	Kawasan suaka alam yang mempunyai ciri khas berupa keanekaragaman dan/atau keunikan jenis satwa yang untuk kelangsungan hidupnya dapat dilakukan pembinaan terhadap habitatnya. (UU No 5 Tahun 1990).
Taman buru	Kawasan hutan yang ditetapkan sebagai tempat diselenggarakan perburuan secara teratur (Peraturan Pemerintah Nomor 13 tahun 1994).
Taman Hutan Raya (Tahura)	Kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan/atau satwa yang alami atau buatan, spesies asli dan atau bukan asli, yang dimanfaatkan bagi kepentingan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, budaya, pariwisata, dan rekreasi. (UU No 5 Tahun 1990).
Taman Keanekaragaman Hayati (Taman Kehati)	Suatu kawasan pencadangan sumber daya alam hayati lokal di luar kawasan hutan yang mempunyai fungsi konservasi insitu dan eks-situ, khususnya bagi tumbuhan, yang penyerbukan dan/atau pemencaran bijinya harus dibantu satwa dengan struktur dan komposisi vegetasinya dapat mendukung kelestarian satwa penyerbuk dan pemencar biji. (Perdirjen KSDAE P.1/KSDAE/BPE2/KSA.4/2/2021)
Taman Nasional	Kawasan pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli, dikelola dengan sistem zonasi yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, pariwisata, dan rekreasi. (UU No 5/1990)

Taman Satwa	Tempat pemeliharaan satwa sekurang-kurangnya 2 (dua) kelas taksa pada areal dengan luasan sekurang-kurangnya 2 (dua) ha. (Permenhut P.31/Menhut-II/2012)
Taman Wisata Alam	Kawasan pelestarian alam yang terutama dimanfaatkan untuk pariwisata dan rekreasi alam. (UU No. 5 Tahun 1990)
Tindakan Konservasi Berbasis Kawasan Lain di Luar Kawasan Konservasi/ Other effective area-based conservation measures (OECM)	Area geografi tertentu di luar kawasan konservasi yang ditata dan dikelola, yang memberikan dampak positif dan manfaat jangka panjang untuk konservasi insitu, berkaitan dengan fungsi dan jasa ekosistem, bersifat aplikatif, dan sejalan dengan nilai budaya, agama, sosio-ekonomi, dan nilai lokal lainnya. (www.iucn.org)
Wilayah	Ruang yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek administratif dan/atau aspek fungsional (Undang Undang Nomor 26 Tahun 2007).

Daftar Penulis dan Kontributor Ekoregion Sulawesi



Taman Nasional Gandang Dewata
(Sumber: Kementerian Kehutanan)

Nama	PR	
Dr Anang Setiawan Achmadi	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Pengarah
Prof. Dr. Gono Semiadi	Pusat Riset Zoologi Terapan	Koordinator dan Penulis
R. Pramesa Narakusumo, S.Si., M.Sos.	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Koordinator Bab 2
Dr. Alex Sumadijaya	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Dr. Daniel Mokodongan	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Dr. Abang Mansyursyah	Nanyang Technological University	Penulis
Dr. Joeni Setijo Rahajoe	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Koordinator Bab 3
Dr. Ruliyana Susanti	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Penulis
Kusuma Rahmawati, S.Hut	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Penulis
Bayu Arief Pratama, M.Sc	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Penulis
Dr. Made Hesti Lestari Tata, S.Si., M.Si.	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Prof. Dr. Ir. Syahroma Husni, M.Si.	Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air	Penulis
Tri Haryoko, Msi.	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Koordinator dan Penulis Bab 4 (Fauna)
Dr. Dhian Dwibadra	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Dr. Sigit Wiantoro, M.Sc	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Awal Riyanto, S.Si.,M.Si.	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Dr. Amir Hamidy	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Prof. Dr. Rudhy Gustiano	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Kunto Wibowo, S.Si., M.Fish.Sc., Ph.D	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Dr. Ina Erlinawati	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Koordinator dan Penulis Bab 4 (Flora)
Dr. Debby Arifiani	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Dr. Atik Retnowati	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Dr. Lulut Dwi Sulistianingsih	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Ismiliana Wirawati, M.Si	Pusat Riset Oseanografi	Penulis
Dr. Rozza Tri Kwatrina, S.Si. M.Si.	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Koordinator Bab 5
Prof. Dr. Ir. Hendra Gunawan, M.Si.	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Penulis

Nama	PR	
Oki Hidayat, S.Hut. M.Bio.Sc.	Pusat Riset Zoologi Terapan	Penulis
Julianus Kinho, S.Hut, M.Sc.	Pusat Riset Zoologi Terapan	Penulis
Diah Irawati Dwi Arini, S.Hut. M.Sc.	Pusat Riset Zoologi Terapan	Penulis
Indra A.S.L.P. Putri, S.Si. M.Sc.	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Penulis
Dr. Ikeu Sri Rejeki, S.Si. M.Si.	KLHK- diperbantukan pada GIZ	Penulis
Dr. Tika Dewi Atikah	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Koordinator Bab 6
Dr. drh. Taufiq Purna Nugraha	Pusat Riset Zoologi Terapan	Penulis
Vera Budi Lestari, M.Hum	Biro Organisasi dan Sumber Daya Manusia	Penulis
Sugiyono Saputra, S.Si., Ph.D.	Pusat Riset Zoologi Terapan	Penulis
Dr.Cahyo Rahmadi, S.Si	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Penulis
Farid Rifaie, M.GIS.	Pusat Riset Geospasial	Penulis
Devi Riskaningrum, M.A.	Pusat Riset Kewilayahan	Penulis
Dharma Arif Nugroho, M.Si	Pusat Riset Oseanografi	Koordinator Marine
Selvia Oktaviyani, M.Si	Pusat Riset Oseanografi	Penulis
Uchu Yanu Arbi, M.Sc.	Pusat Riset Oseanografi	Penulis
Rr. Sekar Mira C.h.S.Si., M.App.Sc	Pusat Riset Oseanografi	Penulis
Sutomo, S.Hut., M.Sc., Ph.D.	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi	Koordinator spatial dan modeling
Izhamil Hidayah, S.Pi., M.Si	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Kontributor Spatial dan modeling
Dr. Eko Pujiono, S.Hut., M.Sc.	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Kontributor Spatial dan modeling
Nida Humaida, M.Si.	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Kontributor Spatial dan modeling
M. Hadi Saputra, S.Hut., M.Sc	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Kontributor Spatial dan modeling
Jalma Giring Sukmawati, S.Hut.,M.Sc.	Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi	Kontributor Spatial dan modeling
Alisin Febiyanti	Pusat Riset Ekologi dan Etnobiology	Administrasi
Heru Hartantri, S.Hut	PT. Abinaya	Administrasi dan layout



Taman Nasional Taka Bonerate
(Sumber: Kementerian Kehutanan)





STATUS KEANEKARAGAMAN HAYATI

EKOREGION SULAWESI