



Keanekaragaman Hayati Indonesia: Masalah dan Upaya Konservasinya

Agus Setiawan*¹

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Indonesia

Info Artikel

Article History

Disubmit 7 Februari 2022

Diterima 25 Juni 2022

Diterbitkan 30 Juni 2022

Kata Kunci

keanekaragaman hayati;
konservasi; flora; fauna;
bioprospecting

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan keanekaragaman flora dan fauna saat ini menganalisis dan mendeskripsikan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati Indonesia, menganalisis dan mendeskripsikan upaya-upaya yang telah dilakukan Indonesia untuk memelihara keanekaragaman hayati dan menganalisis dan mendeskripsikan tantangan yang dihadapi Indonesia dalam meningkatkan manfaat keanekaragaman hayati. Penelitian dilakukan dengan metode penelusuran pustaka. Data dikumpulkan dari lembaga-lembaga yang kompeten dan dianalisis secara deskriptif. Indonesia memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi. Dari 1.812.700 spesies yang telah dipertemukan di dunia 31.750 (1,75%) spesies terdapat di Indonesia, bahkan kelompok lumut melebihi 10%. Untuk fauna, Indonesia menempati kekayaan fauna nomor dua setelah Brazil, sekitar 12% mamalia, 16% reptile, 17% burung dunia terdapat di Indonesia. Sementara dalam jumlah mamalia dan amfibi Indonesia menempati peringkat kelima dan keenam. Indonesia juga terkenal dengan keanekaragaman ekosistem pesisirnya, yang mengandung 18 persen terumbu karang dunia, lebih dari 70 genera dan 500 spesies karang, 2.500 spesies ikan, 2.500 spesies mollusca, 1.500 spesies crustacea, dan berbagai biota laut lainnya. Akan tetapi, Indonesia juga dinilai sebagai Negara dengan penurunan keanekaragaman yang tinggi. Indonesia memiliki 583 spesies yang terancam punah, diantaranya mamalia 191 spesies dan burung 160 spesies. Sebagai upaya pelestarian keanekaragaman hayati, Indonesia telah menetapkan Kawasan konservasi seluas 46.279.090,10 ha, terdiri atas 27.134.394,79 kawasan konservasi terrestrial dan 19.144.695,28 kawasan konservasi laut serta melindungi 904 spesies, terdiri atas 787 fauna dan 117 flora. Data keanekaragaman hayati Indonesia sebagian besar (23,98%) diperoleh berdasarkan hasil eksplorasi di Jawa yang luasnya hanya 6,76% dari luas Indonesia, sehingga dengan eksplorasi yang dilakukan secara intensif di luar Jawa diperkirakan keanekaragaman hayati Indonesia akan semakin meningkat. Untuk meningkatkan manfaat keanekaragaman hayati Indonesia, tantangan ke depan antara lain adalah meningkatkan efektivitas upaya konservasi dan bioprospecting.

Abstract

The purpose of this study was to describe the current diversity of flora and fauna, to analyze and describe the factors that cause the decline in Indonesia's biodiversity, to analyze and describe the efforts that have been made by Indonesia to maintain biodiversity and to analyze and describe the challenges facing Indonesia in increasing its efforts to the enhancement of biodiversity benefits. The research was conducted by using a library research method. The data were collected from competent institutions and analyzed descriptively. Indonesia has a high diversity of flora and fauna. Of the 1,812,700 species that have been described in the world, 31,750 (1.75%) species can be found in Indonesia, even the moss group exceeds 10%. As for fauna, Indonesia occupies the second place of fauna richness after Brazil, about 12% of mammals, 16% of reptiles, and 17% of the world's birds are found in Indonesia. Meanwhile, in terms of mammals and amphibians, Indonesia ranks fifth and sixth in the world. Indonesia is also famous for its diversity of coastal ecosystems, which contain 18 percent of the world's coral reefs, more than 70 genera and 500 coral species, 2,500 fish species, 2,500 mollusk species, 1,500 crustacean species, and various other marine biotas. However, Indonesia is also considered a country with a high decline in diversity. Indonesia has 583 species that are threatened to extinct, including 191 species of mammals and 160 species of birds. In an effort to conserve the biodiversity, Indonesia has established a conservation area of 46,279,090.10 ha, consisting of 27,134,394.79 terrestrial conservation areas and 19,144,695.28 marine conservation areas and protected 904 species, consisting of 787 fauna and 117 flora. Most of Indonesia's biodiversity data (23.98%) was obtained based on exploration results in Java, which covered only 6.76% of Indonesia's area so with the extensive exploration outside Java, it is estimated that Indonesia's biodiversity will continue to increase. To increase the benefits of biodiversity, Indonesia's future challenges include increasing the effectiveness of conservation and bioprospecting efforts.

* E-mail: aslulila@yahoo.com

Address: Jl. Sumantri Brojonegoro No. 01, Gedong Meneng,
Rajabasa, Kota Bandar Lampung 35141

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara dengan luas menempati urutan ke 15 dari Negara terluas di dunia. Tahun 2017, luas daratan Indonesia 1.916.862,20 km², dan mencakup 34 provinsi (BPS-*Statistic Indonesia*, 2019). Luas tersebut 3,2 kali negara terluas di Eropa Timur (Ukraina), 1,9 kali Negara terluas di Eropa Selatan (Yunani), 4,3 kali luas Negara terluas di Eropa Utara (Swedia), dan 4 kali luas Negara terluas di Eropa Barat (Perancis) (<https://ilmupengetahuanumum.com/>). Daratan Indonesia terdiri atas kurang lebih 17.504 pulau dan yang sudah dibukukan dan submisi ke PBB adalah 16.056 pulau. Adapun luas perairan pedalaman dan perairan kepulauan Indonesia adalah 3.110.000 km² dengan panjang garis pantai 108.000 km (<https://kkp.go.id/>, 2019).

Indonesia merupakan Negara tropika, terletak antara 6° 04' 30" lintang utara (LU) dengan 11° 00' 36" lintang selatan (LS) dan antara 94° 58' 21" dengan 141° 01' 10" bujur timur (BJ). Secara Geografis, Indonesia terletak antara benua Asia dengan benua Australia dan antara lautan Pasifik dengan lautan Indonesia. Sesuai dengan letak geografisnya, Indonesia memiliki variasi curah hujan tahunan yang jelas (Wirjohamidjojo dan Swarinoto, 2010), curah hujan tertinggi (4.84,10 mm per tahun) terdapat di Stasiun BMKG Sicincin (Sumatera barat) dan terendah (900 mm per tahun) di Stasiun BMKG Lasiana Nusa Tenggara Timur (BPS-*Statistic Indonesia*, 2019). Lebih lanjut Wirjohamidjojo dan Swarinoto (2010) menyatakan bahwa kelembapan udara Indonesia cukup tinggi, rata-rata bulanan > 80%. Berdasarkan massa udara dan variabilitas unsur cuaca, seluruh wilayah Indonesia dari Nanggroe Aceh sampai Papua dalam skala besar (sinoptik) dibagi menjadi menjadi 11 sub wilayah. Selain variasi iklim, Indonesia juga memiliki variasi jenis tanah. Soeprattohardjo (1976), membagi tanah di Indonesia ke dalam 8 kelompok yaitu tanah humus, tanah pasir, tanah aluvial/endapan, tanah podzolit, tanah vulkanis, tanah laterit, tanah mediteran, dan tanah organosol.

Keragaman iklim, jenis tanah, dan faktor lingkungan lainnya menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman ekosistem yang tinggi. Menurut LIPI (2015) Indonesia memiliki sekitar 74 tipe ekosistem alami yang khas, mulai dari ekosistem laut dalam, laut dangkal, pantai, termasuk padang lamun dan mangrove, ekosistem dataran rendah, termasuk hutan dipterokarpa, hutan kerangas, gambut, karst, danau, hutan pegunungan bawah, hutan pegunungan atas, subalpin hingga alpin. Selain ekosistem alami, Indonesia juga memiliki ekosistem buatan yaitu sawah, tegalan, pekarangan, kebun, tambak dan empang. Setiap ekosistem dihuni oleh berbagai spesies flora, fauna, dan mikroorganisme, sehingga Indonesia memiliki keanekaragaman spesies yang sangat tinggi.

Menurut National Geographic Indonesia (2019), peringkat keanekaragaman hayati daratan Indonesia adalah nomor dua setelah Brazil. Akan tetapi, jika keanekaragaman hayati daratan tersebut ditambahkan dengan keanekaragaman hayati lautan, maka Indonesia menjadi negara dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Tahun 2017, Indonesia memiliki 31.750 jenis tumbuhan yang telah dipertemukan (Retnowati dan Rugayah, 2019) dan 25.000

diantaranya merupakan tumbuhan berbunga (LIPI, 2021). Lebih lanjut LIPI (2021) menyatakan bahwa Indonesia memiliki sekitar 15.000 tumbuhan yang berpotensi berkhasiat obat, namun baru sekitar 7.000 spesies yang digunakan sebagai bahan baku obat.

Sejalan dengan keanekaragaman flora, Indonesia juga memiliki keanekaragaman fauna yang tinggi. Indonesia memiliki 115 spesies mamalia, 1.500 spesies burung, 600 spesies reptil, dan 270 spesies amphibi (LIPI, 2021). Indonesia juga memiliki keanekaragaman ikan yang tinggi (Lasabuda, 2013). Di antara fauna darat (terrestrial) maupun perairan tersebut sebagian merupakan fauna endemik (IUCN, 2011; dan KLHK, 2014), hanya ada di Indonesia. Menurut LIPI (2021), terdapat 97 spesies ikan terumbu karang dan 1.400 spesies ikan air tawar yang hanya terdapat di Indonesia.

Walaupun demikian, Indonesia juga dikenal sebagai Negara dengan penurunan keanekaragaman hayati (flora dan fauna) yang tinggi. Menurut Sutarno dan Setyawan (2015) dari 20 negara yang jenis-jenis alamiahnya terancam, maka Indonesia menduduki posisi ke-5 dan menurut Nasional Geografi Indonesia (2019), Indonesia menduduki urutan keenam sebagai Negara dengan kepunahan biodiversitas terbanyak. Untuk mencegah atau mengurangi laju kecepatan penurunan keanekaragaman hayati tersebut Indonesia perlu melakukan dan mengembangkan upaya-upaya konservasi, baik secara insitu maupun eksitu.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan keanekaragaman flora dan fauna saat ini menganalisis dan mendeskripsikan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati Indonesia, menganalisis dan mendeskripsikan upaya-upaya yang telah dilakukan Indonesia untuk memelihara keanekaragaman hayati dan menganalisis dan mendeskripsikan tantangan yang dihadapi Indonesia dalam meningkatkan manfaat keanekaragaman hayati.

METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penelusuran pustaka. Data utama, yaitu tentang keanekaragaman hayati Indonesia dikumpulkan dari sumber terpercaya yaitu Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (Kemen LHK RI), dan International Union for Conservation of Nature (IUCN) yang mutakhir. Data dan informasi pendukung diperoleh dari berbagai literatur berupa buku, laporan, jurnal, majalah, serta situs internet yang relevan. Data disajikan dalam bentuk tabel silang dan uraian naratif dan dianalisis secara deskriptif sesuai dengan tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut (Mora et al., 2011) dari perkiraan 7.770.000 hewan (animalia) daratan, baru dipertelakan sebanyak 953.434 jenis (12,27%) dan dari perkiraan 2.150.000 hewan lautan yang sudah dipertelakan adalah 171.082 jenis (7,96%). Sebagian besar flora dan fauna yang telah dipertelakan, baik darat maupun laut, terdapat di Indonesia.

Garis Wallace, secara Biogeografi membagi kepulauan Indonesia menjadi dua wilayah, yaitu wilayah flora-

fauna Asia (sebelah kiri atau barat) dan Australasia (sebelah kanan atau timur). Selanjutnya Weber dan Lydekker membuat pembagian flora dan fauna yang lebih spesifik, yaitu flora dan fauna di wilayah antara Sulawesi dan Papua (Gambar 1). Berdasarkan Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa flora fauna Indonesia terdiri atas 4 kelompok yaitu flora-fauna Sunda, flora-fauna Sahul, dan flora-fauna antara Sunda dan Sahul, yang terdiri atas dua kelompok, yaitu antara Wallace dan Weber serta antara Weber dan Lydekker. Kondisi ini menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman spesies tinggi.

Keanekaragaman Jenis Flora

Tahun 2017, Indonesia memiliki 31.750 jenis tumbuhan yang telah dipertelakan (Retnowati dan Rugayah, 2019) Jumlah tersebut merupakan 1,75% dari seluruh jenis tumbuhan yang telah dipertelakan di dunia yaitu 1.812.700 jenis. Dibandingkan dengan proporsi luas permukaan daratan Indonesia sebesar 1,30% dari luas permukaan daratan bumi, maka Indonesia memiliki keragaman jenis tumbuhan yang tinggi (1,75%). Bahkan untuk beberapa kelompok tumbuhan, proporsi yang ada di Indonesia melebihi 10% (Tabel 1). Keanekaragaman hayati tersebut menyebar secara tidak merata di permukaan bumi dan negara tropika

umumnya memiliki keanekaragaman hayati lebih tinggi dibandingkan dengan negara lain (Sutarno dan Setyawan, 2015).

Data pada Tabel 1 menunjukkan adanya penurunan jumlah jenis yang terjadi pada kelompok lumut kerak dan pteridofit. Penurunan ini disebabkan oleh terjadinya perubahan status jenis yang awalnya berbeda menjadi sinonim dengan jenis lainnya. Dengan ditemukannya jenis-jenis baru, jumlah jenis kelompok tumbuhan tersebut diperkirakan akan meningkat. Setiap tahun, di Indonesia ditemukan jenis-jenis baru. Jumlah jenis baru tersebut sebagian besar (23,98%) berada di Pulau Jawa yang merupakan bagian kecil (6,67%) dari luas daratan Indonesia (Tabel 2). Banyaknya penambahan jumlah jenis baru di Pulau Jawa disebabkan kegiatan eksplorasi lebih banyak terkonsentrasi di wilayah tersebut.

Masih terbatasnya eksplorasi di luar Jawa memberikan harapan akan meningkatnya keanekaragaman hayati Indonesia dengan kemungkinan ditemukannya spesies baru yang belum dipertelakan. Wilayah tersebut mencapai 93,33% luas wilayah daratan Indonesia, meliputi Papua, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Kepulauan Maluku, dan Kepulauan Sunda Kecil yang meliputi Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Sumba, Timor, Kepulauan Alor, Kepulauan Barat Daya, dan Kepulauan Tanimbar.

Tabel 1. Jumlah jenis tumbuhan yang telah dipertelakan di Indonesia sampai dengan tahun 2017 dibandingkan dengan jumlah tumbuhan di dunia

Kelompok Tumbuhan	Jumlah spesies di dunia	Jenis yang telah dipertelakan di Indonesia			
		2014	Penambahan dari Tahun 2014	Jumlah	Persen dari jumlah di dunia
Jamur ¹⁾	1.500.000	2.081	192	2.273	0,15
Lumut					
Lumut hati ²⁾	7.500	834	15	849	11,32
Lumut sejati (musci) ³⁾	12.800	1.510	334	1.844	14,41
Lumut tanduk ⁴⁾	200	26	2	28	14,00
Lumut kerak ⁵⁾	20.000	595	-83	512	2,56
Pteridofit ⁶⁾	14.200	2.197	-586	1.611	11,35
Spermatofit					
Angiospermae ⁷⁾	257.000	19.112	5.385	24.497	9,53
Gimnospermae ⁸⁾	1.000	120	15	135	13,50
	1.812.700	26.475	5.275	31.750	1,75

Sumber: ¹⁾ Retnowati dan Susan (2019); ²⁾ Haerida (2019); ³⁾ Windadri (2019); ⁴⁾ Haerida (2019); ⁵⁾ Windadri (2019a); ⁶⁾ Wardani; ⁷⁾ Arifiani; ⁸⁾ Rustiami (2019).

Tabel 2. Proporsi luas wilayah terhadap luas Indonesia dan proporsi jumlah jenis yang telah dipertelakan di masing-masing wilayah terhadap jumlah seluruh jenis di Indonesia.

Wilayah	Jumlah Jenis	Luas (km ²)	Proporsi luas (%)	Proporsi Jumlah jenis (%)
Kepulauan Sunda Kecil (LSI)	3.243	73.070,48	3,82	5,64
Maluku	4.442	78.896,53	4,12	7,73
Jawa	13.776	129.438,28	6,76	23,98
Sulawesi	7.068	188.522,36	9,85	12,30
Papua	7.972	418.707,68	21,88	13,88
Sumatera	10.259	480.793,28	25,13	17,86
Kalimantan	10.690	544.150,07	28,44	18,61
Indonesia	57.450	1.913.578,68	100,00	100,00

Sumber: Retnowati A dan Susan D. 2019. (Data diolah).

Keterangan: LSI = *Leser Sunda Island* = Kepulauan Sunda Kecil.

Keragaman Jenis Fauna

Seperti tumbuhan, fauna Indonesia secara biogeografi terbagi menjadi 4 wilayah yang dipisahkan oleh garis Wallacea dan garis Weber (Gambar 1), yaitu fauna Asiatik, fauna Australis, dan fauna peralihan (Asiatik-Australia). Kondisi tersebut menyebabkan Indonesia menjadi Negara dengan keanekaragaman fauna tinggi. *Biodiversity Conservation Indonesia* (2014) mencatat bahwa Indonesia menempati kekayaan fauna nomor dua setelah Brazil. Sekitar 12% dari mamalia dunia (515 spesies) terdapat di Indonesia. Sekitar 16% dari reptil dunia (781 spesies) dan 35 spesies primata menempatkan Indonesia pada peringkat keempat di dunia. Selain itu, 17% dari total spesies burung (1.592 spesies) dan 270 spesies amfibi menempatkan Indonesia masing-masing di peringkat kelima dan keenam di tingkat dunia. Apabila eksplorasi diperluas ke wilayah di luar Jawa, diperkirakan penemuan spesies baru akan meningkat. Ekspedisi yang dilakukan LIPI di daerah Lengguru, Kaimana, Papua Barat tahun 2014 menemukan spesies fauna yang diduga baru. Spesies-spesies tersebut antara lain 37 spesies kupu-kupu, 30 spesies amfibi, dan 50 spesies reptile.

Sementara menurut Maryanto et al. (2019), di Indonesia, sampai dengan tahun 2019, jenis mamalia yang tercatat kurang lebih 776 jenis, dan terbagi menjadi 16 bangsa atau ordo. Jumlah tersebut termasuk beberapa jenis baru yang ditemukan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2010-2019) diantaranya *Paucidentomys vermidax* (2012), *Margaretamys cristinae* (2012), *Halmaheramys bokimekot* (2013), *Waiomys mamasae* (2014), *Hyorhinomys stuempkei* (2015), *Crocidura umbra* (2016), *Gracilimus radix* (2016), *Tarsius spectrumgurskyae* dan *Tarsius supriatnai* (2017). Terkait distribusinya, komposisi sebaran mamalia terbesar terdapat di Pulau Kalimantan (268 jenis), diikuti Sumatera (257 jenis), Papua (241 jenis), Sulawesi (207 jenis), dan Pulau Jawa di urutan kelima dengan 193 jenis (Kemen LHK dan LIPI, 2019)

Posisi Indonesia dengan keunikan geologis memicu endemisitas tinggi pada fauna. Menurut IUCN (2011) di Indonesia terdapat 259 mamalia endemik, 382 burung endemik, dan 172 amfibi endemik, sedangkan menurut IUCN (2020), Indonesia memiliki 680 spesies endemik. Sementara menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (2014) jumlah fauna endemik terdiri dari 270 spesies mamalia, 386 spesies burung, 328 spesies reptil, 204 spesies amfibi, dan 280 spesies ikan. Ini menunjukkan bahwa penentuan data mengenai keanekaragaman hayati merupakan hal yang tidak mudah sehingga data data antar instansi, bahkan dalam satu instansi pun sering berbeda. Beberapa satwa endemik Indonesia antara lain adalah *Bubalus depressicornis* (Sulawesi), *Babyrousa babyrussa* (Sulawesi), *Rhinoceros sondaicus* (Jawa), *Bos javanicus* (Jawa), *Dicerorhinus sumatrensis* (Sumatera), *Hylobates muelleri* (Kalimantan), *Pongo pygmaeus* (Kalimantan), *Phalanger matabiru* (Maluku), *Phalanger rothschildi* (Maluku), *Dendrolagus pulcherrimus* (Papua), *Paradisaea rubra* (Papua), dan *Leucopsar rothschildi* (Bali).

Indonesia juga memiliki keanekaragaman hayati laut yang tinggi. Mengacu kepada *Marine Ecoregions of the World* (MEOW), wilayah laut Indonesia dibagi menjadi 12 wilayah *marine ecoregion* (Gambar 2). Indonesia terletak di

jantung Segitiga Terumbu Karang, suatu wilayah yang merupakan rumah bagi keanekaragaman hayati laut terkaya di Bumi. Indonesia terkenal dengan keanekaragaman ekosistem pesisirnya, yang mengandung 18 persen terumbu karang dunia, lebih dari 70 genera dan 500 spesies karang, 2.500 spesies ikan, 2.500 spesies mollusca, 1.500 spesies crustacea, dan berbagai biota laut lainnya (Huffard, et.al., 2012). Dari 7.000 spesies ikan di dunia, 2.000 (28,57) jenis diantaranya terdapat di Indonesia (Lasabuda, 2013).

Potensi lestari sumberdaya perikanan laut Indonesia kurang lebih 6,4 juta ton per tahun, terdiri dari: ikan pelagis besar (1,16 juta ton), pelagis kecil (3,6 juta ton), demersal (1,36 juta ton), udang penaeid (0,094 juta ton), lobster (0,004 juta ton), cumi-cumi (0,028 juta ton), dan ikan-ikan karang konsumsi (0,14 juta ton). Dari potensi tersebut jumlah tangkapan yang dibolehkan (JTB) sebanyak 5,12 juta ton per tahun, atau sekitar 80% dari potensi lestari. Potensi sumberdaya ikan ini tersebar di 9 (sembilan) wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia (Lasabuda, 2013).



Gambar 2. Sketsa menunjukkan dua belas ekoregion laut Indonesia sebagaimana didefinisikan dalam skema klasifikasi Marine Ecoregions of the World (MEOW) (Huffard, et.al digambar ulang dari Spalding et al., 2007).

Penurunan keanekaragaman Hayati Indonesia dan Faktor-faktor Penyebabnya

Walaupun Indonesia diakui sebagai Negara mega biodiversity, namun Indonesia juga dinilai sebagai Negara dengan penurunan keanekaragaman yang tinggi. Dalam hal spesies terancam punah Indonesia menempati posisi kedua, dari 583 spesies terancam yang dimiliki, jumlah mamalia terancam punah tertinggi dengan 191 spesies dan burung tertinggi kedua dengan 160 spesies (Madden, 2019). Sebelumnya, ProFauna Indonesia (2012) menyatakan bahwa 68 spesies sangat terancam punah, 69 spesies terancam punah, dan 517 spesies rentan. Satwa liar ini akhirnya akan punah jika tidak ada tindakan penyelamatan. Menurut IUCN (2020) spesies yang terancam punah tersebut umumnya adalah spesies endemis (Tabel 3).

Gangguan dan ancaman terhadap kelestarian flora dan fauna dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu gangguan yang bersifat langsung dan gangguan yang bersifat tidak langsung. Gangguan yang bersifat langsung adalah gangguan yang menyebabkan kematian terhadap flora atau fauna. Gangguan tersebut antara lain berupa pengambilan sejumlah individu spesies tertentu, baik untuk konsumsi sendiri maupun untuk diperjualbelikan. Kegiatan-kegiatan yang bersifat illegal yaitu *illegal hunting*, *illegal fishing*, dan *illegal logging*.

Tabel 3. Jumlah spesies fauna endemic dan spesies endemik yang terancam di Indonesia

Kelompok Fauna	Total Endemik	Endemik yang terancam	
		Jumlah spesies	%
Vertebrata			
Mamalia	291	126	43,30
Burung	74	23	31,08
Buaya dan biawak	0	0	0,00
Chamelon	0	0	0,00
Amphibi	193	26	13,47
Groupers	0	0	0,00
Herring, Anchovies dll	10	0	0,00
Seahors dan Pipefishes	3	0	0,00
Sturgeons	0	0	0,00
Wrasses dan Parrotfishes	12	0	0,00
Sharks dan Rays	14	4	28,57
Jumlah vertebrata	597	179	29,98
Inveterbrata			
FW Cfrabs	71	13	18,31
FW Crayfish	5	1	20,00

Gangguan dan ancaman langsung terhadap keanekaragaman flora Indonesia terutama disebabkan oleh hilangnya hutan. Akhir tahun 1880 an, hampir 90% wilayah Indonesia masih tertutup oleh hutan hujan. Dari tahun 1880 hingga 1980, Indonesia kehilangan 25% tutupan hutannya. Saat ini, sekitar 50% wilayah Indonesia masih tertutup hutan, tetapi sebagian besar dari hutan ini terdiri dari hutan terdegradasi, hutan bekas tebangan, hutan sekunder atau hutan tanaman.

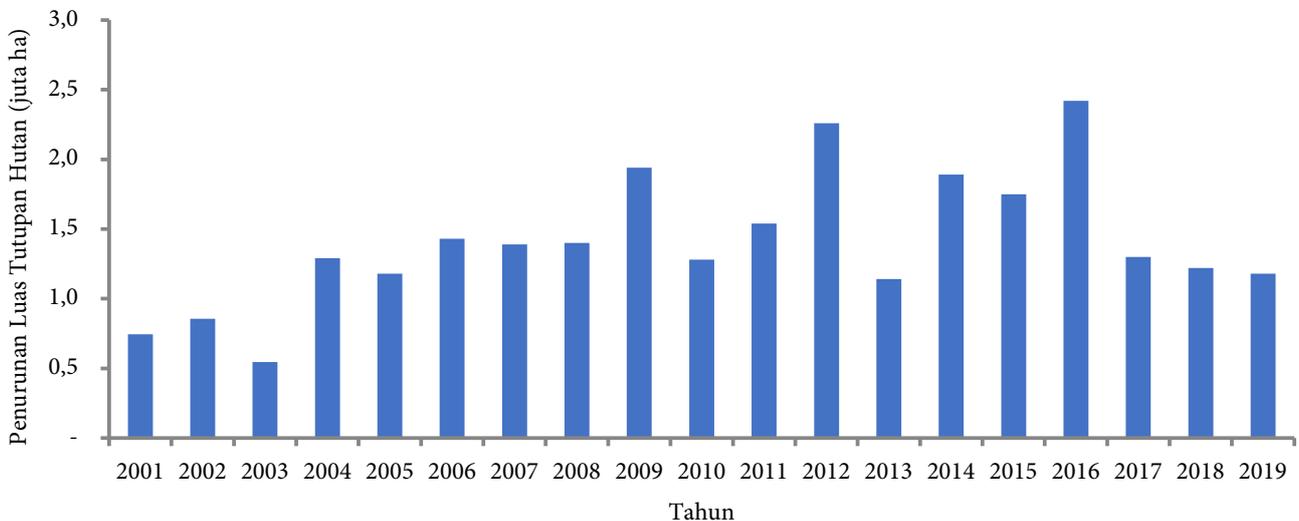
Pada tahun 1950-an, 84% dari wilayah daratan Indonesia terdiri dari hutan (sekitar 162 juta hektar). Tahun 2003, pemerintah Indonesia menyatakan bahwa sisa hutan di Indonesia adalah 138 juta hektar. Akan tetapi, banyak yang mengklaim bahwa hutan di Indonesia kurang dari 120 juta hektar (ProFauna Indonesia, 2003).

Walaupun telah enam tahun melakukan moratorium penebangan hutan, Indonesia tetap mengalami kehilangan tutupan hutan (deforestasi). Puncaknya terjadi pada 2012, mencapai 928.000 hektar, baru mengalami penurunan secara signifikan pada 2013 (500.000 ha), tetapi

kemudian meningkat lagi pada 2014 dan 2015 menjadi 796.500 hektar dan 735.000 hektar (Wijaya dkk., 2017). Salah satu penyebabnya adalah kebakaran hutan dan lahan. Selama 2019, sampai Agustus kebakaran lahan di Indonesia mencapai sekitar 328.724 ha. Bulan September meningkat 160% (857.756 ha), terdiri dari 630.451 ha lahan mineral dan 227.304 ha lahan gambut (Nugraha, 2019). Pada Gambar 3 diperlihatkan luas penurunan tutupan hutan dari tahun 2001 sampai 2019.

Tiga penyebab utama hilangnya hutan di Indonesia adalah (1) penebangan, (2) kebakaran hutan, dan (3) konversi hutan (deforestasi). Ketiga penyebab utama ini saling terkait erat (Cleary and Devantier, 2011). Deforestasi adalah faktor penyebab utama satwa liar di Indonesia terancam, karena hutan adalah habitat alami bagi satwa liar. Hutan terdegradasi atau hutan muda sangat berbeda dengan hutan dewasa (Achard et al., 2002).

Ancaman lain terhadap satwa liar di Indonesia adalah perburuan dan perdagangan liar. Lebih dari 95% satwa liar yang diperdagangkan di pasar merupakan hasil tangka-



Gambar 3. Penurunan luas tutupan hutan dalam 10 tahun (Sumber: Global Forest Watch)

pan liar. Banyak satwa liar dilindungi dan terancam punah di Indonesia diperdagangkan secara ilegal terbuka. Lebih dari 60% mamalia langka dan dilindungi undang-undang diperdagangkan di pasar burung (hewan peliharaan). Pro-fauna (2012) menemukan berbagai jenis mamalia yang diperdagangkan antara lain kukang (*Nycticebus sp*), monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*), siamang (*Hylobates syndactylus*), ungko (*Hylobates agilis*) dan lutung (*Trachypithecus auratus*), kancil (*Tragulid sp*), trenggiling (*Manis javanica*), dan musang luwak (*Paradoxurus hermaphroditus*). Semua mamalia tersebut, kecuali monyet ekor panjang termasuk satwa langka yang dilindungi undang-undang.

Pada sektor perairan, ada sejumlah besar aktivitas manusia dan gangguan alam yang telah mempengaruhi terumbu karang Indonesia. Ini termasuk sejumlah industri kelautan dan pesisir, produksi minyak dan gas, transportasi, dan pariwisata. Ini termasuk (a) erosi biotik seperti penggembalaan landak laut dan (b) faktor iklim seperti peristiwa pemanasan yang menyebabkan pemutihan karang karang dalam skala besar (Cleary DFR and Devantier L, 2011).

Upaya Konservasi Keanekaragaman Hayati yang telah dilakukan Indonesia

Konservasi adalah manajemen penggunaan biosfer oleh manusia sehingga dapat memberikan atau memenuhi keuntungan yang besar dan dapat diperbaharui untuk generasi-generasi yang akan datang (WCS, 1980). Menurut Undang-undang Nomor 5 tahun 1990 tentang konservasi sumberdaya hayati dan ekosistemnya, konservasi meliputi 1) perlindungan sistem penyangga kehidupan, 2) pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya, dan 3) pemanfaatan secara lestari spesies dan ekosistemnya. Upaya konservasi keanekaragaman hayati di Indonesia sudah dimulai sejak zaman Pemerintah Kolonial Belanda dengan diundangkannya *Ordonnantie tot Bescherming van sommige in het levende Zoogdieren en Vogels* (Undang-Undang Perlindungan bagi Mamalia Liar dan Burung Liar). Tahun 1916 Pemerintah Kolonial telah menerbitkan *Natuurmonumenten-Ordonnantie* (Peraturan tentang Monumen Alam) dan menetapkan 43 monumen alam (KSDAE, 2018). Saat ini, konservasi sumberdaya alam hayati di Indonesia dipayungi dengan Undang-undang

Tabel 4. Luas wilayah kawasan konservasi di Indonesia

Kawasan Konservasi	Jumlah (unit)	Luas (ha)
Terrestrial ¹⁾		
Cagar Alam	214	4.248.131,78
Suaka Margasatwa	79	4.982.406,13
Taman Nasional	54	16.232.132,17
4 Taman Wisata Alam	131	829.276,66
5 Taman Hutan Raya	34	371.124,39
6 Taman Buru	11	171.250,00
7 KSA/KPA	29	306.062,92
Jumlah Kawasan Konservasi Terrestrial	552	27.140.384,05
Persentase Kawasan Konservasi Terrestrial (%)	76,24	58,63
Perairan ²⁾		
Taman Nasional Laut	7	4.043.541,30
Taman Wisata Alam Laut	14	491.248,00
Suaka Margasatwa Laut	5	5.678,25
Cagar Alam Laut	6	154.480,00
Taman Nasional Perairan	1	3.355.353,82
Suaka Alam Perairan	3	445.630,00
Taman Wisata Perairan	6	1.541.040,20
Kawasan Konservasi Perairan Daerah	130	9.107.723,71
Jumlah Kawasan Konservasi Perairan	172	19.144.695,28
Persentase Kawasan Konservasi Perairan (%)	23,76	41,36
Jumlah dan luas kawasan konservasi di Indonesia	724	46.285.079,33

Sumber:

¹⁾= Statistik Direktorat Jenderal Konservasi Sumberdaya Alam dan Ekosistem, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), 2017.

²⁾= Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut, Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), 2017.

Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya.

Dalam upaya perlindungan sistem penyangga kehidupan, tahun 2016 Indonesia telah menetapkan 724 unit kawasan konservasi terdiri atas 552 unit kawasan konservasi terestrial dan 172 unit kawasan konservasi perairan (Tabel 4).

Kawasan sistem penyangga kehidupan tersebut belum termasuk kawasan hutan lindung yang luasnya mencapai 29.661.015,37 juta ha (BPS, 2020). Dalam upaya pengawetan keanekaragaman jenis fauna dan flora, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.92/MenLHK/Setjen/Kum.1/8/2018 Tentang Perubahan Pertama Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.20/MenLHK/Setjen/Kum.1/6/2018 Tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi, Indonesia melindungi 787 spesies fauna dan spesies 127 flora. Padahal berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, spesies yang dilindungi baru terdiri 236 fauna dan 58 flora. Selama 19 tahun terjadi peningkatan jumlah fauna dilindungi 551 spesies (233,47%) dan flora 69 spesies (118,96%).

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa upaya Indonesia dalam melindungi spesies flora maupun fauna sangat serius. Pada tahun 1999 jumlah spesies yang dilindungi baru 294 spesies, terdiri atas 236 fauna dan 58 flora. Tahun 2018 atau 19 tahun kemudian jumlah fauna dan flora yang dilindungi menjadi 904 spesies, terdiri atas 787 fauna dan 117 flora. Sisi positif meningkatnya jumlah spesies

fauna dan flora yang dilindungi menunjukkan tingginya upaya Pemerintah dalam melindungi keanekaragaman hayati. Sisi negatifnya adalah semakin meningkatnya fauna dan flora yang dilindungi menunjukkan bahwa selama 19 tahun terhadap 236 fauna dan 58 flora tersebut telah terjadi penurunan populasi yang signifikan. Menurut peraturan tersebut suatu spesies yang dilindungi adalah spesies yang a) mempunyai populasi yang kecil; b) adanya penurunan yang tajam pada jumlah individu di alam; dan c) daerah penyebaran yang terbatas (endemik).

Dalam upaya menuju pemanfaatan spesies dan ekosistem secara berkelanjutan Indonesia telah melakukan berbagai upaya. Upaya pelestarian dan pemanfaatan spesies secara berkelanjutan antara lain dilakukan melalui penangkaran, baik yang dilakukan oleh Pemerintah, NGO, maupun masyarakat secara individu. Indonesia telah melakukan penangkaran beberapa spesies kunci seperti gajah (*Elephas maximus sumatranus*) melalui pembangunan Pusat Latihan Gajah badak (*Dicerorhinus sumatrensis*) di Taman Nasional Way Kambas (Indraswati dkk., 2018). Menurut Dirjen KSDAE (2018), Pemerintah melakukan upaya pelestarian terhadap 41 spesies yang terancam punah. Hasil pemantauan mendapatkan bahwa 34 spesies mengalami peningkatan populasi sedangkan 7 spesies mengalami penurunan. Spesies yang mengalami penurunan populasi adalah *Varanus komodoensis*, *Leucopsar rothschildi*, *Macrocephalon maleo*, *Babyrousa babirusa*, *Macaca nigra*, dan *Dendrolagus mbaiso*.

Pemerintah Indonesia telah mendorong peran lembaga konservasi eksitu dan penangkaran. Menurut Dirjen

Tabel 5. Jumlah fauna dan flora yang dilindungi di Indonesia Tahun 1999 dan 2018

Kingdom	Kelas	PPRI No 7 ¹⁾		P20 ²⁾		P.92 ²⁾		P.106 ³⁾	
		Jumlah Family	Spesies	Jumlah Family	Spesies	Jumlah Family	Spesies	Jumlah Family	Spesies
Animalia	Mamalia	30	71	32	137	32	137	32	137
	Burung	45	92	72	562	71	557	71	557
	Amphibi	-	0	1	1	1	1	1	1
	Reptil	11	31	12	37	12	37	12	37
	Ikan	6	7	7	20	7	20	7	20
	Serangga	2	20	2	26	2	26	2	26
	Krustasea	-	-	1	1	1	1	1	1
	Moluska	-	-	4	5	4	5	4	5
	Xiphosura (Ketam Tapal Kuda)	-	-	1	3	1	3	1	3
	Anthozoa	1	1	-	0	-	-	-	-
	Bivalvia	9	14	-	0	-	-	-	-
Jumlah		104	236	131	792	131	787	131	787
Plantae	Tumbuhan	5	58	15	127	15	127	13	117
Jumlah Family dan Spesies		109	294	146	119	146	914	144	904

Keterangan:

- 1) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa.
- 2) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor **P.20/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2018** Tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi, 11 Juli 2018.
- 3) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor **P.92/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2018** Tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.20/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2018 Tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi, 5 September 2018.
- 4) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor **P.106/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2018** Tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.20/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2018 Tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi, 28 Desember 2018.

KSDAE (2018), sampai tahun 2019, terdapat 79 lembaga konservasi dan 1.433 unit penangkaran tumbuhan dan satwa liar. Selain itu, terdapat 543 unit pengedar tumbuhan dan satwa liar yang menghasilkan devisa sebesar Rp 10,03 triliun. Sementara pemanfaatan tumbuhan dan satwa liar menghasilkan PNBPN sebesar Rp 22,89 miliar.

Tantangan Konservasi

Tantangan ke depan Pemerintah Indonesia adalah mengefektifkan upaya pemanfaatan secara lestari spesies yang dilindungi sehingga spesies yang dilindungi tersebut tidak mengalami penurunan kepunahan. Upaya yang perlu dilakukan adalah penangkaran dengan meningkatkan pembangunan dan pengembangan lembaga konservasi. Philippart (1995) menyatakan bahwa penangkaran yang diikuti dengan pelepasan ke alam liar merupakan teknik yang digunakan untuk konservasi spesies yang terancam punah. Menurut Farquharson *et al* (2021), Mc Gowan *et. All.* (2017) dan Conde *et. All.* (2011) penangkaran merupakan upaya yang semakin diandalkan untuk mencegah terjadinya kepunahan suatu spesies. Akan tetapi, perlu diingat bahwa berdasarkan penelitian Araki *et al*, (2009) dalam penangkaran kemungkinan terjadi perubahan kebugaran (fitness) pada keturunannya. Walaupun perubahan genetik tingkat populasi di penangkaran tidak secara intrinsik merugikan bagi individu hewan yang dipelihara di kebun binatang, tetapi mungkin memiliki konsekuensi negatif yang potensial untuk program pelepasliaran.

Selain penangkaran, tantangan ke depan Pemerintah Indonesia adalah *bioprospeking*. Indonesia, dengan keanekaragaman hayati yang tinggi memiliki potensi pemanfaatan tumbuhan dan hewan yang besar. Menurut Susidarti (2017) Indonesia memiliki tidak kurang dari 30.000 spesies tumbuhan yang ada di hutan tropis. Dari jumlah tersebut sekitar 9.600 spesies yang diketahui memiliki khasiat obat, akan tetapi baru 200 spesies saja yang telah digunakan sebagai bahan baku industri obat. Dari 122 senyawa yang digunakan sebagai obat, seluruh senyawa tersebut didapat dari 94 spesies tanaman yang sebagian besar yaitu sekitar 80 persen diantaranya telah digunakan sebagai obat rakyat. Dengan demikian maka peluang untuk menemukan berbagai senyawa aktif baru dari tumbuhan untuk dimanfaatkan sebagai obat masih terbuka lebar. Saat ini menurut Julkipli *et al* (2018) meskipun Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati tumbuhan terbesar, minat industri farmasi dalam pengembangan obat herbal sebagai obat tidak begitu menjanjikan dibandingkan dengan sintetik kimia. Salah satu alasan untuk fenomena ini adalah selain kurangnya minat juga kurangnya fasilitas yang dapat memberikan optimalisasi bahan herbal.

SIMPULAN

Indonesia memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi. Dari 1.812.700 spesies yang telah dipertelakan di dunia 31.750 (1,75%) spesies terdapat di Indonesia, bahkan kelompok lumut melebihi 10%. Untuk fauna, Indonesia menempati kekayaan fauna nomor dua setelah Brazil, sekitar 12% mamalia, 16% reptile, 17% burung dunia terdapat di Indonesia. Sementara dalam jumlah mamalia dan amfibi Indonesia menempati peringkat kelima dan keenam.

Indonesia juga terkenal dengan keanekaragaman ekosistem pesisirnya, yang mengandung 18 persen terumbu karang dunia, lebih dari 70 genera dan 500 spesies karang, 2.500 spesies ikan, 2.500 spesies moluska, 1.500 spesies *crustacea*, dan berbagai biota laut lainnya. Indonesia juga dinilai sebagai Negara dengan penurunan keanekaragaman yang tinggi dengan 583 spesies yang terancam punah, diantaranya mamalia 191 spesies dan burung 160 spesies. Sebagai upaya pelestarian keanekaragaman hayati, Indonesia telah menetapkan Kawasan konservasi seluas 46.279.090,10 ha, terdiri atas 27.134.394,79 kawasan konservasi terrestrial dan 19.144.695,28 kawasan konservasi laut. Indonesia melindungi 904 spesies yang mencakup, terdiri atas 787 spesies fauna yang mencakup 11 kelas dan 131 family serta spesies 117 flora yang terdiri atas 13 family.

DAFTAR PUSTAKA

- Araki H, Cooper B and Blouin MS. (2009). Carry-over effect of captive breeding reduces reproductive fitness of wild-born descendants in the wild. *Biol. Lett.* 5, 621–624.
- Arifiani D. (2019). Kekayaan jenis spermatofit: angiospermae dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- BPS-Statistic Indonesia. (2019). *Statistik Indonesia: Statistical Yearbook of Indonesia 2018*. Badan Pusat Statistik/BPS-Statistics Indonesia.
- Cleary DFR and Devantier L. (2011). *Indonesia: Threats to the Country's Biodiversity*. <https://www.researchgate.net/publication/216791440>
- Conde DA, Flesness N, Colchero, F., Jones, OR. and Scheuerlein, A. (2011). An emerging role of zoos to conserve biodiversity. *Science* 331, 1390–1391.
- Farquharson K A, Hogg CJ. and Grueber CE. (2021). Offspring survival changes over generations of captive breeding. *Nature Communications*. The University of Sydney, School of Life and Environmental Sciences, Faculty of Science, Sydney, NSW, Australia.
- Haerida I. (2019). Kekayaan jenis tumbuhan berspora: lumut bertanduk dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI); Jakarta.
- Huffard CL, Erdmann MV, Gunawan TRP. (Eds) (2012). *Geographic Priorities for Marine Biodiversity Conservation in Indonesia*. Ministry of Marine Affairs and Fisheries and Marine Protected Areas Governance Program. Jakarta-Indonesia.
- IUCN. (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2020-2. <<https://www.iucnredlist.org>
- Julkipli *et al*. (2018). Introduction of *bioprospecting* opportunities for Indonesian mangrove species. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 183 012013
- Kemen LHK dan LIPI. (2019). *Panduan Identifikasi Jenis Satwa Liar Dilindungi: Hervetofauna*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- KSDAE. (2018). *Sejarah Konservasi di Indonesia*. <http://ksdae.menlhk.go.id/sejarah-ksdae.html> (Diakses pada 25 September 2020 Pukul 11.25 WIB)
- Lasabuda R. (2013). Tinjauan Teoritis Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax Vol. 1-2, Januari 2013. Halaman 92-101*.

- McGowan PJK, Traylor-Holzer K. and Leus K. (2017). IUCN guidelines for determining when and how ex situ management should be used in species conservation. *Conserv. Lett.* 10, 361–366.
- Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB, Worm B. (2011). *How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?* PLoS Biol 9(8): e1001127. doi:10.1371/journal.pbio.1001127
- National Geographic Indonesia. (2019). Kepunahan Biodiversitas Tertinggi, Indonesia Peringkat Ke-6. <https://nationalgeographic.grid.id/read/131833161/kepunahan-biodiversitas-tertinggi-indonesia-peringkat-ke-6> diunduh tanggal 18 Juli 2020 pukul 21.41
- Nugraha I. (2019). Kebakaran Hutan dan Lahan Sampai September 2019 Hampir 900 Ribu Hektar.
- ProFauna Indonesia. (2003). Facts about Indonesian Wildlife. <https://www.profauna.net/en/facts-about-indonesian-animals>.
- ProFauna Indonesia. (2012). *Perdagangan Primata di Palembang, Sumatera Selatan*. Primate Protection League. www.profauna.net.
- Retnowati A dan Susan D. (2019). Kekayaan jenis jamur dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Rustiami H. (2019). Kekayaan jenis spermatofit: gimnospermae dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Susidarti RA. (2017). Ribuan Tanaman Herbal di Indonesia Belum Dimanfaatkan Secara Optimal. Pidato pengukuhan jabatan Guru Besar pada Fakultas Farmasi UGM, Selasa (17/1)
- Sutarno dan Setyawan AD. (2015). Biodiversitas Indonesia: Penurunan dan upaya pengelolaan untuk menjamin kemandirian bangsa. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia Volume 1, Nomor 1, Maret 2015 Halaman: 1-13.
- Wardani W. (2019). Kekayaan jenis tumbuhan berspora dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- WCS. (1980). *World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development*. Prepared by the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). All rights reserved. IUCN–UNEP–WWF, 1980.
- Wijaya A, Juliane R, Firmansyah R and Payne O. (2017). 6 Years After Moratorium, Satellite Data Shows Indonesia's Tropical Forests Remain Threatened. Global Forest Watch. <http://blog.globalforestwatch.org/data-and-research/6-years-after-moratorium-satellite-data-shows-indonesias-tropical-forests-remain-threatened/>
- Windadri FI. (2019). Kekayaan jenis tumbuhan berspora: lumut sejati dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Windadri FI. (2019a). Kekayaan jenis tumbuhan berspora: lumut kerak (lichens) dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Wirjohamidjojo S dan Swarinoto Y. (2010). *Iklm Kawasan Indonesia (Dari Aspek Dinamik - Sinoptik)*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jakarta
- <https://www.mongabay.co.id/2019/10/22/kebakaran-hutan-dan-lahan-sampai-september-2019-hampir-900-ribu-hektar/>
- <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/12/16/2020-penduduk-indonesia-terbesar-keempat-dunia> diunduh tanggal 18 Juli 2020 pukul 14.16.
- <https://ilmugeografi.com/ilmu-sosial/negara-terbesar-di-dunia> diunduh tanggal 18 Juli 2020 pukul 14.18
- <https://ilmupengetahuanumum.com/negara-negara-di-benua-eropa-beserta-ibukotanya/> diunduh 18 Juli 2020 pukul 14.53
- <https://kkp.go.id/brsdm/poltekkarawang/artikel/14863-menkomaritim-luncurkan-data-rujukan-wilayah-kelautan-indonesia>