



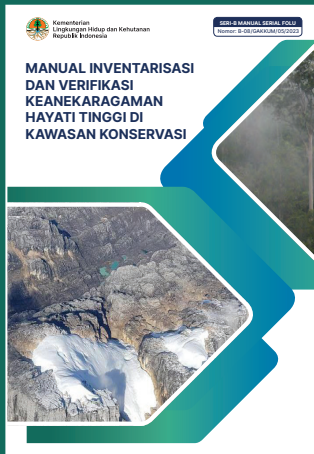
Kementerian
Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia

SERI-B MANUAL SERIAL FOLU

Nomor: B-12/KSDAE/05/2023

MANUAL INVENTARISASI DAN VERIFIKASI KEANEKARAGAMAN HAYATI TINGGI DI KAWASAN KONSERVASI





MANUAL INVENTARISASI DAN VERIFIKASI KEANEKARAGAMAN HAYATI TINGGI DI KAWASAN KONSERVASI

EDITOR IN CHIEF:

Siti Nurbaya, Alue Dohong

REVIEWERS:

Agus Justianto, Ruandha Agung Sugardiman, Bambang Hendroyono, Hanif Faisol Nurofiq, Haruni Krisnawati, Naresworo Nugroho, Sigit Sunarta, Efransjah, Kirsfianti L. Ginoga, Elias, Subarudi.

ASSOCIATE EDITORS:

Ahmad Munawir, Rudijanta Tjahja Nugraha, Widia Nur Ulfah, Budi Susetyo, Nurman Hakim, Eru (D-14) Nurfilmarasa Dahlan, Hartatik, Mulyadi.

CONTRIBUTORS:

Tukirin Partomihardjo, Joeni Setijo Rahajoe, Titiék Setyawati, Wiratno.

FACILITATORS:

Romilla Sari, Hasnawati Hamzah, Agung Bayu Nalendro, Puri Puspita Sari, Danny Armando Wikongko, Purna Fitria, Claudia Meitrivane Silalahi, Yoga Wanda Pratama, Nunung Parlinah, Choirul Akhmad, Mega Lugina, Indartik, Elvida Y. Suryandari, Galih Kartika Sari, Aneka Prawesti Suka, Irfan Malik Setiabudi, Arif Muhsin F, Kuncoro Ariawan.

ISBN:

--

Diterbitkan oleh:

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

© 2023 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan



Kementerian
Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia

SERI-B MANUAL SERIAL FOLU

Nomor: B-12/KSDAE/05/2023

Manual Inventarisasi dan Verifikasi Keanekaragaman Hayati Tinggi di Kawasan Konservasi





DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
1. Pendahuluan	1
2. Tujuan	2
3. Ruang Lingkup	2
4. Istilah dan Pengertian	2
5. Landasan Teori dan Empirik	6
5.1. Ekosistem dan Tipe Ekosistem	6
5.2. Tipe Ekosistem dan Biogeografi	7
5.3. Inventarisasi dan Verifikasi Tipe Ekosistem	8
5.4. Tipe Ekosistem dan Karbon	9
6. Penanggung Jawab	9
7. Uraian dan Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan	10
7.1. Alur Pelaksanaan	10
7.1.1. Penyusunan Peta Tipe Ekosistem Indikatif di Kawasan Konservasi	10
7.1.2. Inventarisasi dan Verifikasi Tipe Ekosistem di Kawasan Konservasi	21
7.1.2.1. Persiapan	21
7.1.2.2. Inventarisasi dan Verifikasi Tutupan Lahan dan Area Terbuka/ Open Area	21
7.1.2.3. Verifikasi Peta Tipe Ekosistem Indikatif di Kawasan Konservasi	15
A. Verifikasi On Desk	15
B. Verifikasi Lapangan (<i>Ground Check</i>)	16
B.1. Penentuan Titik Sampel	16
B.2. Melakukan Verifikasi Tipe Ekosistem Berdasarkan Penciri Tipe Ekosistem	17
a. Ekosistem Alami	17
a.1. Ekosistem Marin	17
a.1.1. Perairan Dalam (Oseanik)	17
a.1.2. Perairan Dangkal	17
a.2. Ekosistem Limnik	21
a.2.1. Ekosistem Danau	21
a.2.2. Ekosistem Sungai	21
a.3. Ekosistem Semi Terrestrial	22
a.3.1. Ekosistem Mangrove	22
a.3.2. Ekosistem Riparian	23

a.4. Ekosistem Terestrial (Darat)	24
a.4.1. Ekosistem pamah/daratan rendah	24
a.4.2. Ekosistem Pegunungan Bawah	32
a.4.3. Ekosistem Pegunungan Atas	33
a.4.4. Ekosistem Sub Alpin	34
a.4.5. Ekosistem Alpin	35
b. Ekosistem Buatan	36
B.3. Verifikasi Deliniasi Tipe Ekosistem	36
B.4. Mengetahui kerusakan tipe ekosistem	36
7.1.3. Pelaporan	37
7.1.4. Verifikasi Data	37
7.2. Target Lokasi	38
8. Rincian sarana, prasarana dan perlengkapan yang diperlukan	40
9. Formulir Isian	41
9.1. Data spasial Penutupan Lahan dan Open Area	41
9.2. Data spasial Tipe Ekosistem	42
10. Skenario Pemecahan Masalah	44
11. Peringatan Kesehatan dan Keselamatan	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Target Lokasi Inventarisasi dan Verifikasi Tipe Ekosistem	38
Tabel 2. Atribut Data Penutupan Lahan dan Open Area	41
Tabel 3. Atribut Data Spasial Tipe Ekosistem	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Garis Wallace, Garis Weber dan Garis Lydekker (BAPPENAS, 2016)	7
Gambar 2. Diagram Alir Keterkaitan Antar Aturan Terkait Ekosistem	8
Gambar 3. Alur Pelaksanaan Kegiatan	10
Gambar 4. Penyusunan Peta Tipe Ekosistem Indikatf	11
Gambar 5. Pembagian/ Pengelompokan 22 Tipe Ekosistem	12
Gambar 6. Proses verifikasi Tutupan Lahan dan status Open Area/ NonOpen Area oleh UPT/UPTD	13
Gambar 7. Proses verifikasi Tipe Ekosistem di Kawasan Konservasi	15

Gambar 8. Ekosistem Neritik	18
Gambar 9. Ekosistem terumbu karang di Taman Nasional Togean	19
Gambar 10. Ekosistem Padang Lamun	20
Gambar 11. Ekosistem Danau	21
Gambar 12. Ekosistem Sungai	21
Gambar 13. Ekosistem Mangrove	22
Gambar 14. Ekosistem Riparian	23
Gambar 15. Ekosistem Hutan Pamah/Daratan Rendah	24
Gambar 16. Ekosistem Hutan Pantai	25
Gambar 17. Ekosistem Hutan Dipterokarpa	26
Gambar 18. Hutan Kerangas	27
Gambar 19. Hutan Rawa	27
Gambar 20. Hutan Gambut	28
Gambar 21. Savana di Taman Nasional Baluran	28
Gambar 22. Ekosistem Padang Rumput	29
Gambar 23. Ekosistem Karst	31
Gambar 24. Ekosistem Pegunungan Bawah	32
Gambar 25. Hutan Pegunungan Atas di Taman Nasional Gunung Halimun Salak	33
Gambar 26. Ekosistem Sub Alpin	34
Gambar 27. Ekosistem Alpin di Taman Nasional Lorentz	35
Gambar 28. Proses verifikasi Data Tipe Ekosistem dari UPT/UPTD	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Penciri Tipe Ekosistem Alami	50
Lampiran 2. Persebaran Tipe Ekosistem Alami Indonesia	68



Kata Pengantar

Indonesia, sebagai negara megabiodiversitas memiliki kawasan konservasi dengan keanekaragaman hayati yang tinggi dan khas dengan total luasan kurang lebih 26,8 juta hektar. Keanekaragaman hayati atau biodiversitas menurut konvensi keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman di dalam makhluk hidup dari semua sumber, termasuk di antaranya daratan, lautan dan ekosistem perairan lain serta kompleks-kompleks ekologi yang merupakan bagian dari keanekaragamannya; mencakup keanekaragaman di dalam jenis, antar jenis dan ekosistem (Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1994).

Pada level ekosistem, Indonesia terbagi atas 4 kelompok besar ekosistem alami, yaitu: ekosistem marin, ekosistem limnik, ekosistem semi terestrial, dan ekosistem terestrial dengan fungsi spesifik masing-masing ekosistem di antaranya sebagai pencegah bencana (longsor, banjir, menahan abrasi air laut dan lainnya), habitat dan perlindungan flora dan fauna, sebagai sumber plasma nutfah, dengan berbagai manfaat untuk kesehatan, kosmetik, bahan baku pangan, protein baik nabati ataupun hewani dengan konsep berkelanjutan.

Inventarisasi dan Verifikasi Ekosistem Kawasan Konservasi adalah kegiatan yang dilakukan memperoleh data dan informasi keragaman ekosistem konservasi baik daratan, perairan tawar maupun perairan laut untuk mengetahui kondisi antara lain berupa keaslian, kekayaan, keterwakilan, keutuhan, ketergantungan, keunikan, kerentanan, dan produktivitas dari ekosistem, karakteristik dan fungsi ekosistem, keterwakilan, kekhasan dan kelangkaan ekosistem di Kawasan konservasi. Kawasan konservasi tersebut meliputi kawasan-kawasan yang digolongkan dalam kawasan pelestarian alam yaitu taman nasional, taman wisata alam dan taman hutan raya serta kawasan suaka alam yaitu cagar alam, suaka margasatwa, dan taman buru.

Manual ini disusun sebagai acuan prinsip kerja berbasis ilmu pengetahuan, teknologi, dan kajian langsung di lapangan (empirik) yang disusun untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan inventarisasi dan verifikasi tipe ekosistem skala nasional. Hasil pemetaan yang dilakukan akan menjadi bagian penting yang akan digunakan oleh pemerintah dalam mendukung data dan informasi kawasan konservasi dalam suatu sistem database yang terintegrasi. Manual ini juga dapat menjadi rujukan bagi akademisi dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

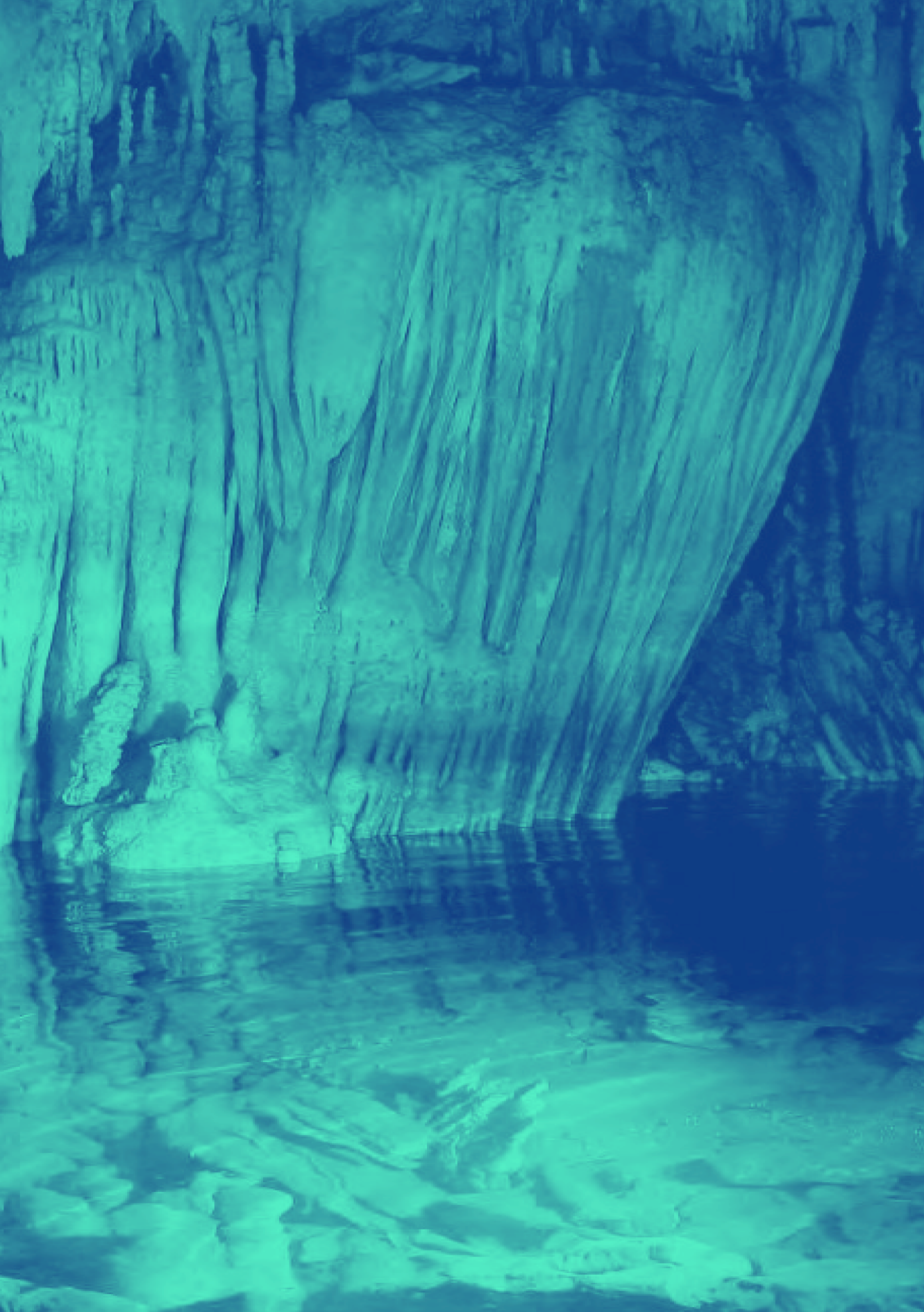
Diucapkan terima kasih kepada tim penyusun, dan semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan, pembahasan dan review manual ini. Semoga memberi manfaat yang luas bagi semua pihak.

Jakarta, Juli 2023

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan



Siti Nurbaya



1. Pendahuluan

Kebijakan *Indonesia's Forestry and Other Land Uses (FOLU) Net Sink 2030* merupakan bagian dari upaya Indonesia untuk mencapai target penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) secara keseluruhan sesuai dengan kesepakatan global seperti Persetujuan Paris (*Paris Agreement*). Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, beberapa langkah yang mungkin dilakukan diantaranya penghijauan, restorasi hutan, pengelolaan lahan yang berkelanjutan, praktik pertanian yang ramah lingkungan, dan perlindungan lahan basah.

Sebagai *National Focal Point Indonesia* untuk *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) bertugas di tingkat internasional dengan mengelola kepentingan dan kebijakan nasional. Memperhatikan hal tersebut, KLHK telah mengkoordinasikan penyusunan dokumen Strategi Implementasi *NDC (Nationally Determined Contribution)*, *Road Map NDC Mitigasi*, *LTS-LCCR (Long Term Strategy on Low Carbon and Climate Resilience) 2050*, serta berbagai peraturan perundangan terkait di bidang pengendalian perubahan iklim.

Sejak tahun 2016 telah dibangun dan dilaksanakan 18 (delapan belas) langkah korektif hingga tahun 2021 berupa kebijakan, implementasi kegiatan, pengembangan sistem kerja dan langkah monitoring serta evaluasi dampaknya. Kebijakan dan implementasi sektor kehutanan dimaksud akan terus dimantapkan dan ditingkatkan sejalan dengan perkembangan tantangan sektor kehutanan dan dampak perubahan iklim. Salah satu dari 18 langkah korektif yang perlu perhatian khusus yang terkait konservasi keanekaragaman hayati adalah pencegahan kehilangan keanekaragaman hayati melalui upaya konservasi kawasan serta perlindungan keanekaragaman hayati di dalam dan di luar kawasan konservasi, dengan menata fragmentasi habitat serta pengayaan spesies (KLHK, 2022).

Upaya pencegahan terjadinya emisi GRK yang berasal dari kawasan konservasi dilakukan melalui perlindungan, pengawetan, dan pemanfaatan keanekaragaman hayati secara lestari, termasuk habitatnya. Upaya restorasi dan perlindungan yang dilakukan pada kawasan konservasi menjadi sangat vital untuk menjamin keberlanjutan layanan jasa ekosistem/ lingkungan kawasan konservasi tersebut. Selain itu, kegiatan restorasi dan perlindungan kawasan konservasi tidak hanya berkontribusi pada penyerapan cadangan karbon, tapi juga menjaga dan meningkatkan jasa lingkungan dari suatu ekosistem untuk mendukung kegiatan ekonomi pada sektor lain.

Indonesia, sebagai negara megadiversitas memiliki kawasan konservasi dengan keanekaragaman hayati yang tinggi dan khas dengan total luasan kurang lebih 26,8 juta hektar. Keanekaragaman hayati terdiri dari 3 (tiga) level, yaitu ekosistem, spesies dan genetik. Ketiga level keanekaragaman hayati tersebut saling berinteraksi di dalam suatu lingkungan (BAPPENAS, 2016).

Pada level ekosistem, Indonesia terbagi atas 4 kelompok besar ekosistem alami, yaitu: ekosistem marin, ekosistem limnik, ekosistem semi terestrial, dan ekosistem terestrial. Masing-masing tipe ekosistem tersebut dibagi berdasarkan karakteristik lingkungannya yaitu: iklim, jenis tanah, batuan, sifat kimia tanah, garis lintang, ketinggian tempat/ elevasi, dan topografinya menjadi 19 tipe ekosistem (BAPPENAS, 2016). Fungsi masing-masing tipe ekosistem sangat spesifik pada jenis ekosistem tertentu, akan tetapi secara umum fungsinya antara lain adalah: sebagai pencegah bencana (longsor, banjir, menahan abrasi air laut dan lainnya), habitat dan perlindungan flora dan fauna, sebagai sumber plasma nutfah, dengan berbagai manfaat untuk kesehatan, kosmetik, bahan baku pangan, protein baik nabati ataupun hewani dengan konsep pengelolaan dan pemanfaatannya berkelanjutan.

Tingginya peran ekosistem di dalam kaitan *Indonesia's FOLU Net Sink 2030*, menjadi latar belakang diperlukannya informasi data dan peta mengenai tipe-tipe ekosistem yang ada, khususnya di dalam kawasan konservasi. Peran dan fungsi ekosistem sangat strategis, karena masing-masing tipe ekosistem memiliki fungsi dan peran yang berbeda. Sebagai contoh, ekosistem hutan berperan dalam menjaga kualitas udara dan menyimpan karbon, sedangkan ekosistem sungai menyediakan air bersih dan menjadi habitat bagi berbagai spesies ikan. Ketidakseimbangan atau kerusakan pada ekosistem dapat mengganggu keberlanjutan organisme hidup dan menyebabkan dampak negatif pada manusia dan lingkungan. Namun demikian, data dan informasi tipe ekosistem belum seluruhnya terinventarisasi dan terverifikasi. Peta tipe ekosistem, khususnya di kawasan konservasi juga belum seluruhnya tersedia. Untuk itu, diperlukan adanya kegiatan inventarisasi dan verifikasi oleh Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem (Ditjen KSDAE) bersama UPT dan UPTD pengelola Taman Hutan Raya (Tahura) di tingkat tapak sebagai bagian dalam pencapaian target *Indonesia's FOLU Net Sink 2030* di kawasan konservasi.

2. Tujuan

Manual ini disusun sebagai acuan prinsip kerja berbasis ilmu pengetahuan, teknologi, dan kajian langsung di lapangan (empirik). Tujuan penyusunan manual ini untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan inventarisasi dan verifikasi tipe ekosistem skala nasional serta pemetaannya. Hasil pemetaan yang dilakukan akan menjadi bagian penting yang akan digunakan oleh pemerintah dalam mendukung data dan informasi kawasan konservasi dalam suatu sistem *database* yang terintegrasi.

3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup manual ini terdiri dari:

- 1) Penjelasan mekanisme dan alur pelaksanaan inventarisasi dan verifikasi tipe ekosistem Indonesia di kawasan konservasi
- 2) Penentuan target dan lokasi terpilih yang akan menjadi fokus kajian
- 3) Penetapan ciri khas setiap tipe ekosistem yang diacu dalam pelaksanaan inventarisasi dan verifikasi tipe ekosistem Indonesia di kawasan konservasi

4. Istilah dan Pengertian

- 1) 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)* dan *High Conservation Value Area (HCVA)*
- 2) Bentang alam (landscape): sebagian hamparan permukaan bumi yang terdiri atas beragam bentuk lahan (land form): beserta komponen pembentuknya, seperti batuan, iklim, air, tanah, dan proses geomorfik yang bekerja, serta vegetasi atau penutup lahan lain yang ada di atasnya yang secara keseluruhan mencerminkan suatu sistem ekologis antara manusia dan makhluk hidup lain dengan lingkungannya dalam ruang dan waktu

- 3) Biogeografi: ilmu yang membahas tentang penyebaran geografi dari makhluk hidup, habitat, dan faktor sejarah serta biologi yang mendasarinya
- 4) Bioregion: kawasan atau wilayah geografis yang relatif luas dan memiliki bentang alam serta jenis keanekaragaman hayati yang tinggi dimana proses lingkungan alamnya memengaruhi fungsi-fungsi ekosistem di dalamnya
- 5) *Convention on Biological Diversity (CBD)*: konvensi yang ditandatangani oleh 150 negara dalam Konferensi Tingkat Tinggi PBB mengenai Lingkungan dan Pembangunan di Rio de Janeiro pada tahun 1992
- 6) *Diameter at Breast Height (DBH)* atau dalam bahasa Indonesia disebut Diameter Setinggi Dada, adalah standar pengukuran paling umum untuk mengitung dimensi suatu pohon. Merupakan patokan menghitung volume, biasanya 50 sentimeter dari permukaan tanah
- 7) Ekoregion: wilayah geografi yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi, manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem lingkungan hidup
- 8) Ekosistem: sistem hubungan timbal balik antara unsur dalam alam, baik hayati maupun non hayati yang saling tergantung dan pengaruh mempengaruhi
- 9) Ekoton: suatu zona (daerah) peralihan (transisi) atau pertemuan antara dua komunitas yang berbeda dan menunjukkan sifat yang khas
- 10) *E-reporting: tool* pendukung manajemen inventarisasi berupa perangkat lunak basis data web yang digunakan UPT/UPTD pengelola kawasan konservasi dan dikelola Direktorat Perencanaan Kawasan Konservasi dengan tujuan akuntabilitas penyelenggaraan tugas dan fungsi inventarisasi.
- 11) *Forestry and Other Land Use (FOLU)*: kategori sektor yang merupakan salah satu sumber emisi dan rosot GRK yang berasal dari dinamika perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang diharapkan memberikan kontribusi terbesar atas pencapaian target penurunan emisi gas rumah kaca di Indonesia, sebagaimana dinyatakan dalam dokumen NDC.
- 12) *FOLU Net Sink 2030*: sebuah kondisi yang ingin dicapai melalui aksi mitigasi penurunan emisi gas rumah kaca dari sektor kehutanan dan lahan dengan kondisi dimana tingkat serapan sudah lebih tinggi dari tingkat emisi pada tahun 2030, dalam target diproyeksikan angka net sink 140 juta ton CO₂e atau emisi negatif sebesar 140 juta ton CO₂e tersebut.
- 13) Garis biogeografi: garis khayal yang menggambarkan batas wilayah geografis tertentu berdasarkan keunikan komunitas organisme atau ekosistem
- 14) Garis Lydekker: garis biogeografi yang ditarik pada batasan Paparan Sahul yang terletak di bagian timur Indonesia yang memisahkan antara kawasan Wallace dengan kawasan Indonesia Timur
- 15) Garis Wallace: garis biogeografi yang memisahkan memisahkan wilayah geografi fauna Asia dan Australasia
- 16) Garis Weber: garis biogeografi. Garis ini kemudian diperbaiki oleh Antonio Pigafetta dan menggeser garis Wallace ke arah timur menjadi garis Weber. Garis ini terbentang Kepulauan Maluku sampai sampai dengan sisi timur Nusa Tenggara Timur
- 17) Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP): panduan perencanaan pengelolaan keanekaragaman hayati Indonesia yang merupakan bagian dari perencanaan pembangunan nasional

- 18) Inventarisasi dan verifikasi tipe ekosistem: kegiatan yang dilakukan untuk memperoleh data dan informasi keragaman ekosistem baik daratan, perairan tawar maupun perairan laut untuk mengetahui kondisi antara lain berupa keaslian, kekayaan, keterwakilan, keutuhan, ketergantungan, keunikan, kerentanan, dan produktivitas dari ekosistem, karakteristik dan fungsi ekosistem, keterwakilan, kekhasan dan kelangkaan ekosistem.
- 19) Kawasan konservasi: kawasan-kawasan yang digolongkan dalam kawasan pelestarian alam yaitu taman nasional, taman wisata alam dan taman hutan raya serta kawasan suaka alam yaitu cagar alam, suaka margasatwa, dan taman buru
- 20) Kawasan Pelestarian Alam (KPA): kawasan dengan ciri khas tertentu, baik di daratan maupun di perairan yang mempunyai fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya
- 21) Kawasan Suaka Alam (KSA): kawasan dengan ciri khas tertentu, baik di daratan maupun di perairan yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan
- 22) Karakteristik Vegetasi Alami (KVA): karakteristik yang merepresentasikan secara indikatif tipe-tipe ekosistem di Indonesia, yang informasinya berasal dari KBA yang disintesa menggunakan klasifikasi tipe vegetasi dari Kuswata Kartawinata
- 23) Meter di atas permukaan laut (mdpl): istilah yang digunakan untuk menjelaskan ketinggian suatu tempat dari permukaan laut, dinyatakan dalam meter.
- 24) Mintakat: daerah lingkungan, atau disebut juga zona.
- 25) *Nationally Determined Contribution (NDC)*: komitmen nasional bagi penanganan perubahan iklim global dalam rangka mencapai tujuan Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim (*Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*). NDC tersebut menggambarkan peningkatan aksi dan kondisi yang mendukung selama periode 2015-2019 yang akan menjadi landasan untuk menentukan tujuan lebih ambisius setelah tahun 2020, yang akan berkontribusi dalam upaya untuk mencegah kenaikan temperatur global sebesar 2°C dan mengejar upaya membatasi kenaikan temperatur global sebesar 1.5°C dibandingkan masa praindustri.
- 26) *Net Sink*: sebuah kondisi yang menggambarkan serapan Gas Rumah Kaca (GRK) dari atmosfer yang lebih tinggi dibandingkan emisi yang dihasilkan, dimana pada kondisi ini, vegetasi dan ekosistem penyimpan karbon memegang peranan yang penting dalam menyerap GRK.
- 27) Nilai Konservasi Tinggi (NKT): nilai-nilai biologis, ekologis, sosial dan budaya yang dianggap penting di tingkat nasional, regional dan global
- 28) *Open area*: area terbuka yang terjadi karena campur tangan manusia
- 29) *Paris Agreement*: kesepakatan global yang dinaungi UNFCCC untuk menghadapi perubahan iklim dengan tujuan menahan kenaikan suhu global dari tingkat suhu era pre-industrialisasi di bawah 2°C dan terus berupaya untuk membatasi kenaikan suhu sampai 1,5°C.

- 30) Pemulihan ekosistem: kegiatan memulihkan ekosistem Kawasan Suaka Alam (KSA)/ Kawasan Pelestarian Alam (KPA) termasuk di dalamnya pemulihan terhadap alam hayatinya sehingga terwujud keseimbangan alam hayati dan ekosistemnya di kawasan tersebut.
- 31) PUSHIDROSAL: Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut. Tingkatan organisasi TNI yang berkedudukan langsung di bawah Kepala Staf Angkatan Laut
- 32) Rehabilitasi: Kegiatan pemulihan, mempertahankan, dan meningkatkan fungsi hutan dan lahan
- 33) Rehabilitasi ekosistem: suatu tindakan pemulihan terhadap ekosistem yang mengalami kerusakan fungsi berupa berkurangnya penutupan lahan, kerusakan badan air atau bentang alam laut melalui tindakan penanaman, rehabilitasi badan air atau rehabilitasi bentang alam laut untuk tujuan tercapainya keseimbangan sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya mendekati kondisi aslinyajasa lingkungan
- 34) *Reservoir*: suatu tempat yang dipergunakan untuk menyimpan suatu cadangan seperti air, dan juga bahan bakar gas
- 35) Restorasi: upaya untuk memulihkan, bahkan meningkatkan, fungsi penting sebuah ekosistem yang terdegradasi sebagaimana sedia kala
- 36) Restorasi ekosistem: suatu tindakan pemulihan terhadap ekosistem yang mengalami kerusakan fungsi berupa berkurangnya penutupan lahan, serta terganggunya status satwa liar melalui tindakan penanaman, pembinaan habitat dan populasi untuk tujuan tercapainya keseimbangan sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya mendekati kondisi aslinya. Lahan basah
- 37) Revegetasi: kegiatan penghijauan kembali lahan yang sudah terdegradasi dengan nilai biomassa atas permukaan yang rendah
- 38) Sistem Informasi Geografi (SIG): sistem informasi berkomputer yang berfungsi untuk pemasukan, analisis, dan penyajian data geospasial.
- 39) *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*: sebuah penelitian internasional yang bertujuan untuk mendapatkan model elevasi digital pada skala global kecil dari 56 ° Lintang Selatan hingga 60 ° Lintang Utara untuk menghasilkan database bumi dalam bentuk topografi digital yang memiliki resolusi tinggi yang paling lengkap Tutupan lahan
- 40) *United Nations Framework on Climate Change Conference (UNFCCC)*: Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim
- 41) Vegetasi: mosaik komunitas tumbuhan dalam suatu lanskap atau kawasan geografi
- 42) Vegetasi alami: kelompok-kelompok mosaik komunitas tumbuhan, secara alami belum dipengaruhi oleh kegiatan manusia, yang tumbuh secara alami beradaptasi sesuai dengan karakter bentangalam tertentu membentuk suatu sistem ekologis fungsional yang mencerminkan suatu fungsi alami dalam memberikan jasa lingkungan di suatu ruang dan waktu
- 43) Verifikasi lapangan: proses memeriksa secara langsung keadaan atau kondisi di lapangan untuk memverifikasi atau memvalidasi informasi atau data ekosistem
- 44) Verifikasi tipe ekosistem: proses memeriksa keakuratan, keabsahan, keutuhan, dan keandalan data yang dikumpulkan, disimpan, atau digunakan dalam proses inventarisasi tipe ekosistem.

5. Landasan Teori dan Empirik

5.1 Ekosistem dan Tipe Ekosistem

Ekosistem adalah salah satu aspek keragaman hayati, selain genetik dan spesies (BAPPENAS, 1993; BAPPENAS, 2016). Menurut Clark et. al. (1999) dalam Tabunan (2009), ekosistem dapat didefinisikan secara sederhana sebagai interaksi ekologi yang mempunyai nilai-nilai spesifik. Nilai spesifik tersebut tidak mempunyai standar, namun dapat merupakan karakteristik tipe ekosistem. Misalnya hutan rawa mempunyai kunci peranan yang spesifik dalam produksi nutrisi dan organik.

Ekosistem di Indonesia (Pulau Jawa) dikonstruksi pertama kali oleh Franz Wilhelm Junghuhn di tahun 1845 yang memperkenalkan sistem zona elevasi dengan spesies khas untuk tiap-tiap zona (Van Steenis, 2006; Kartawinata, 2010). Van Steenis (1972) dalam Van Steenis (2006) membagi zona iklim utama di Jawa berdasarkan ketinggian terdiri dari: 0-1.000 mdpl zona tropik, 1.000-1.500 mdpl zona sub pegunungan, 1.500-2.400 mdpl zona pegunungan, dan >2.400 mdpl zona sub alpin. Pembagian zona iklim ini dapat juga berbeda pada beberapa lokasi karena adanya faktor-faktor lokal yang mempengaruhi. Ellenberg (1973) menyatakan ekosistem yang dapat ditemukan di banyak tempat terjadi di bumi terutama dicirikan oleh media kehidupan yaitu: ekosistem marin, ekosistem limnik, ekosistem semi terestrial dan ekosistem terestrial (alami), serta ekosistem urban-industrial (buatan).

Santosa (1995) menyampaikan bahwa beberapa tipe ekosistem di Indonesia, antara lain: (a) hutan hujan, (b) hutan musim, (c) savana dan (d) padang rumput. Unit-unit ekosistem ini masih terlalu umum untuk digunakan dengan maksud-maksud khusus, sehingga memerlukan pembagian yang lebih spesifik lagi.

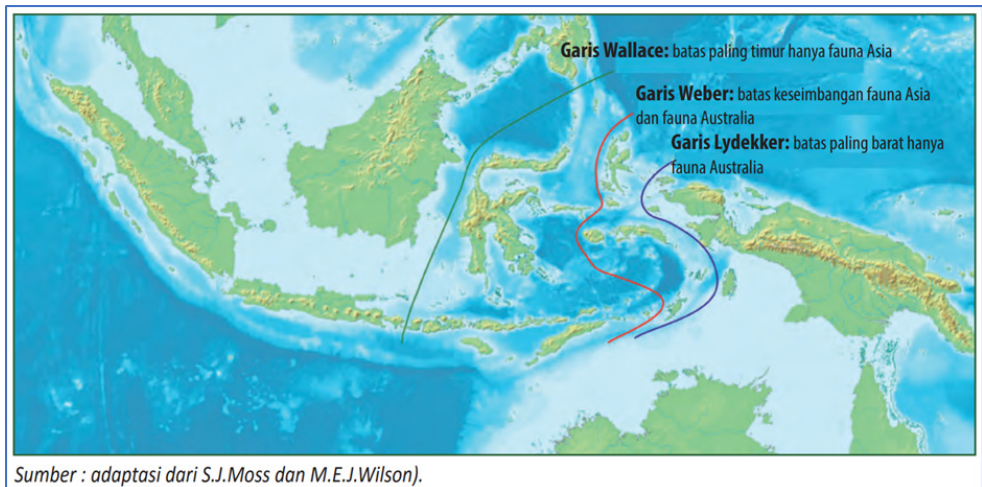
Berdasarkan data vegetasi, iklim dan tanah yang ada, Kartawinata (1976 dan 1980) dalam Resoedarmo (1986) menyebutkan bahwa, telah disusun bagan tipe-tipe ekosistem darat dan rawa yang ada di Indonesia. Tipe ekosistem yang terdaftar dalam bagan ini dianggap unit yang paling kecil dan dibentuk berdasarkan fisiognomi (kenampakan) struktur dan takson (unit taksonomi) yang khas/dominan dari vegetasi yang dikombinasikan dengan faktor-faktor iklim dan ketinggian dari permukaan laut dan tanah. Faktor fauna tidak dimasukkan karena keterbatasan data, serta perincian ekosistem dengan ciri-ciri vegetasi dan lingkungan dianggap telah cukup.

Untuk mengenal tipe ekosistem dapat digunakan berbagai ciri, tetapi ciri vegetasi (komunitas tumbuhan) adalah yang paling mudah digunakan. Karena itulah tipe vegetasi dapat digunakan sebagai pengganti dan penciri ekosistem. Tipe vegetasi akan dapat bertambah sejalan dengan hasil penelitian lebih lanjut yang lebih mendalam (Kartawinata, 2013). Namun demikian, Tabunan (2009) menyampaikan bahwa kadang-kadang sangat sulit menentukan di mana satu ekosistem berakhir dan dimulai, karena banyaknya perbedaan dan kesamaan antara ekosistem. Walaupun sulit membedakannya, pengakuan dan pengklasifikasian ekosistem adalah pola interaksi ekologi yang perlu dibedakan.

5.2 Tipe Ekosistem dan Biogeografi

Region biogeografi merupakan dasar logis untuk perencanaan dan pengelolaan konservasi di Indonesia. Dokumen National Conservation Plan for Indonesia (NCP) tahun 1982 yang diperbaharui tahun 1995 membagi berdasarkan biogeografi yang mencerminkan perbedaan karakter alami masing-masing wilayah di Indonesia. Terdapat 7 biogeografi utama yakni Sumatera dan pulau di sekitarnya, Jawa dan Bali, Kalimantan termasuk Natuna dan kepulauan Anambas, Nusa Tenggara, Sulawesi dan pulau di sekitarnya termasuk Sula, Maluku, dan Papua termasuk Kai dan Aru. Tiap biogeografi perlu diidentifikasi antara lain ekosistem, tipe habitat, spesies, situs-situs yang unik dan spesifik. Pemetaan tipe habitat masing-masing biogeografi didekati melalui aspek fisik (altitude, bentuk lahan, formasi geologi, agroklimat) karena keterbatasan data flora (ANZDEC, 1995).

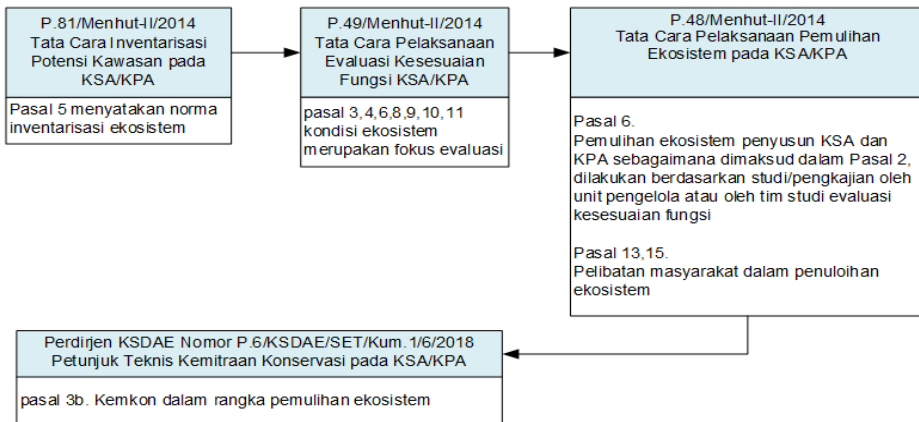
Bioregion adalah Kawasan atau wilayah geografis yang relatif luas dan memiliki bentang alam serta jenis keanekaragaman hayati yang tinggi dimana proses lingkungan alamnya memengaruhi fungsi-fungsi ekosistem di dalamnya (LIPI, 2014). Dokumen IBSAP 2015-2020 membagi wilayah Indonesia dalam bioregion yang didasarkan pada biogeografi flora dan fauna yang tersirat oleh adanya garis Wallace, garis Weber, dan garis Lydekker (Gambar 1.)



Gambar 1 | Garis Wallace, Garis Weber, dan Garis Lydekker (BAPPENAS 2016)

5.3 Inventarisasi dan Verifikasi Tipe Ekosistem

Landasan empirik meliputi aspek norma dan praktek-praktek sebelumnya yang pernah dilakukan. Dalam aspek norma, Ditjen KSDAE telah menyiapkan sejumlah perangkat. Khusus terkait inventarisasi dan ekosistem terdapat 3 (tiga) Peraturan Menteri yang saling berkaitan membentuk bisnis proses sebagaimana Gambar 2.



Gambar 2 | Diagram Alir Keterkaitan Antar Aturan Terkait Ekosistem

Inventarisasi ekosistem dalam pengelolaan kawasan konservasi merupakan bagian dari tahap memahami dan mengelola keanekaragaman hayati serta mengetahui kondisi ekosistem. Pendekatan berbasis ekosistem merupakan salah satu strategi pengelolaan terpadu terhadap sumber daya alam hayati, tanah dan air untuk mendorong dan mendukung upaya konservasi serta pemanfaatan yang berkelanjutan sebagaimana hasil *Convention of Biological Diversity* (CBD) tahun 1994. Pendekatan pengelolaan berbasis ekosistem merupakan serangkaian prinsip pengambilan kebijakan atau keputusan terhadap kelestarian kawasan konservasi. Secara umum, langkah-langkah yang diperlukan dalam menerapkan pendekatan pengelolaan berbasis ekosistem antara lain:

- 1) Mempertimbangkan sistem alami
Pengelola harus memiliki pengetahuan terkait ekosistem alami. Interaksi alami tipe ekosistem akan membantu pengelola mengetahui bagaimana ekosistem alami di kawasan konservasi berfungsi optimal. Fungsi ekosistem menunjukkan kapasitas ekosistem tersebut untuk mengakomodasi perubahan-perubahan yang terjadi.
- 2) Memperhitungkan jasa yang diberikan
Pengelola harus memiliki pengetahuan terkait ekosistem alami. Interaksi alami tipe ekosistem akan membantu pengelola mengetahui bagaimana ekosistem alami di kawasan konservasi berfungsi optimal. Fungsi ekosistem menunjukkan kapasitas ekosistem tersebut untuk mengakomodasi perubahan-perubahan yang terjadi.
- 3) Keterlibatan masyarakat
Inventarisasi tipe ekosistem alami dan buatan sama halnya mengumpulkan informasi dan data terkait pengaruh dan interaksi antara kawasan konservasi dengan manusia.

5.4 Tipe Ekosistem dan Karbon

Tujuan mitigasi perubahan iklim adalah memaksimalkan penyimpanan karbon di biosfer. *Paris Agreement* menyatakan: “Para Pihak harus mengambil tindakan untuk melestarikan dan meningkatkan, sebagaimana mestinya, rosot dan reservoir gas rumah kaca, termasuk hutan” (Pasal 5, UNFCCC 2015). Ini berarti cadangan karbon dan peran proses ekosistem dalam konservasi cadangan karbon dimasukkan, “mencatat pentingnya memastikan integritas semua ekosistem, termasuk perairan laut, dan perlindungan keanekaragaman hayati” (Pembukaan, UNFCCC 2015).

Perubahan keanekaragaman hayati mempengaruhi aliran manfaat yang didapat manusia dari jasa ekosistem. Perubahan iklim adalah salah satu faktor penentu perubahan yang paling penting dalam distribusi dan kelimpahan spesies pada ekosistem yang dikelola seperti pertanian, hutan produksi, kota dan banyak zona pesisir, serta ekosistem darat dan laut alami (IPCC, 2007). Perubahan iklim juga merupakan efek dari penggunaan lahan yang menghasilkan gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , dan N_2O) dan perubahan stok biologis karbon di sistem darat dan laut (karbon hijau dan biru) (Daba dan Dejene, 2018).

Ekosistem mengatur iklim global dan regional (i) dengan menyediakan sumber atau tempat pembuangan gas rumah kaca (mempengaruhi pemanasan global) dan sumber aerosol (mempengaruhi suhu dan pembentukan awan); (ii) dengan meningkatkan evapotranspirasi dan dengan demikian pembentukan awan dan curah hujan (Tarnocai et.al., 2009 dalam Daba dan Dejene, 2018); dan (iii) dengan mempengaruhi albedo permukaan dan dengan demikian pemaksaan radiasi dan temperatur (Tilman et.al 2012 dalam Daba dan Dejene, 2018). Ekosistem juga dapat mempengaruhi iklim mikro secara lokal, melalui penyediaan naungan dan perlindungan serta pengaturan kelembaban dan suhu.

Selanjutnya Daba dan Dejene (2018) juga menegaskan bahwa ekosistem darat memainkan peran penting dalam mengatur iklim, khususnya dalam penyerapan karbon. Jenis ekosistem yang berbeda menyimpan jumlah karbon yang berbeda tergantung pada komposisi spesies, jenis tanah, iklim, dan fitur lainnya. Hilang atau rusaknya ekosistem mengurangi kapasitasnya untuk menangkap dan menyimpan karbon. Oleh karena itu, menjaga cadangan karbon dalam ekosistem alami sangat penting untuk memberikan kontribusi besar terhadap mitigasi iklim.

6. Penanggung Jawab

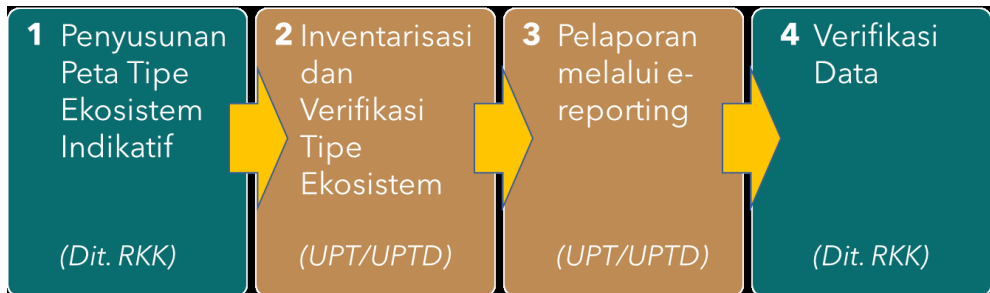
Pelaksanaan manual ini merupakan tanggung jawab Ditjen KSDAE dan UPT dalam lingkup KSDAE, serta UPTD dalam lingkup Pemerintah Provinsi/ Kabupaten/ Kota pengelola Tahura.

7. Uraian dan Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan

Uraian dan petunjuk pelaksanaan kegiatan yang diatur dalam manual ini adalah berkaitan dengan alur pelaksanaan dan target lokasi kegiatan, sebagaimana dijabarkan sebagaimana berikut:

7.1 Alur Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan inventarisasi dan verifikasi tipe ekosistem merupakan rangkaian kegiatan yang dimulai dari Tim Direktorat Perencanaan Kawasan konservasi (Dit. RKK) menyediakan Peta Tipe Ekosistem Indikatif di Kawasan Konservasi sebagai dasar verifikasi yang akan dilakukan UPT/UPTD. Setelah Peta Tipe Ekosistem Indikatif tersedia, langkah selanjutnya adalah melakukan inventarisasi dan verifikasi tipe ekosistem oleh UPT/UPTD pada kawasan konservasi yang dikelola masing-masing. Setelah kegiatan inventerisasi dan verifikasi, UPT/UPTD melakukan pelaporan hasil inventerisasi dan verifikasi melalui dashboard e-reporting sebagaimana tautan: <https://e-reporting.ksdae.id> (Dit. RKK, 2022). Selanjutnya, data yang dilaporkan tersebut akan diverifikasi oleh Tim Dit. RKK. Secara singkat, alur pelaksanaan kegiatan ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 | Alur Pelaksanaan Kegiatan

7.1.1 Penyusunan Peta Tipe Ekosistem Indikatif di Kawasan Konservasi

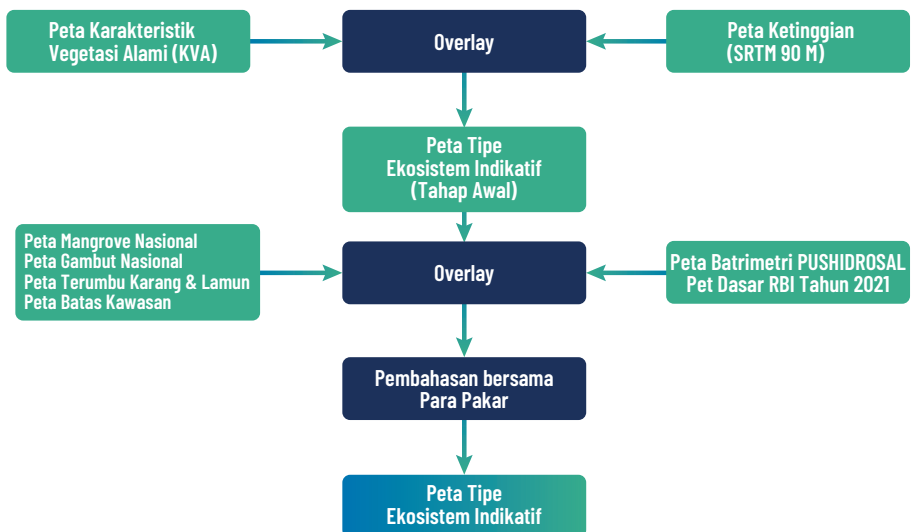
Tahapan ini dilakukan oleh Dit. RKK dengan tujuan UPT/UPTD memiliki basis data yang akan digunakan untuk verifikasi selanjutnya. Tahapan ini menghasilkan Peta Tipe Ekosistem Indikatif di Kawasan Konservasi, yang dapat diunduh pada dashboard e-reporting sebagaimana tautan: <https://e-reporting.ksdae.id>. Data yang digunakan dalam penyusunan peta tersebut antara lain:

- 1) Data Spasial Batas Kawasan Konservasi
- 2) Peta Karakteristik Vegetasi Alam (KVA) skala 1 : 250.000 yang diproduksi oleh Direktorat Pengendalian Dampak Lingkungan Kebijakan Wilayah dan Sektor (PDLKWS) – Ditjen PKTL
- 3) Peta Mangrove Nasional
- 4) Peta Gambut Nasional
- 5) Peta Dasar RBI Tahun 2021
- 6) Peta Terumbu Karang dan Lamun Indonesia
- 7) Peta Ketinggian diolah dari DEM SRTM 90 M
- 8) Data Batimetri dari PUSHIDROSAL

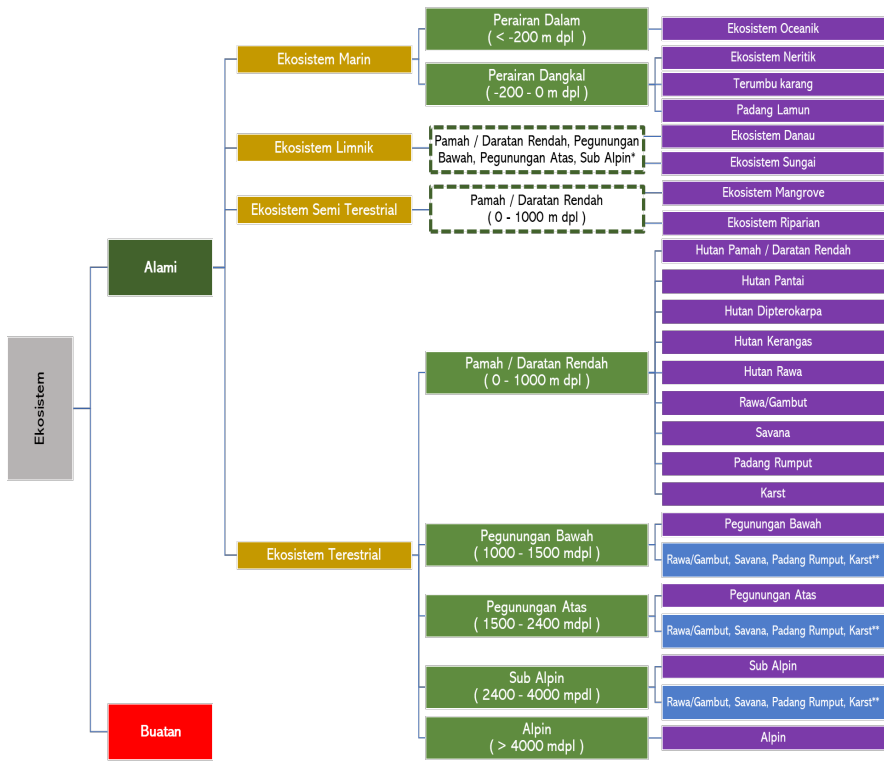
Data spasial KVA mungkin saja berbeda dengan karakteristik vegetasi secara faktual, namun data spasial KVA menjadi referensi awal untuk melihat karakteristik vegetasi di setiap kawasan konservasi. Data KVA ini selanjutnya dioverlay dengan data peta ketinggian menghasilkan Peta Tipe Ekosistem Indikatif tahap awal. Selanjutnya Peta tersebut dioverlay dengan data-data lainnya, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.

Data spasial mangrove, gambut, terumbu karang dan lamun mengacu pada data nasional yang telah ada, sedangkan Peta Dasar RBI tahun 2021 menyumbang informasi terkait sungai dan danau. Data elevasi/ketinggian digunakan untuk menentukan kelompok tipe ekosistem berdasarkan karakteristik ketinggian. Dalam hal ini, Direktorat Perencanaan KK mengolah dari data DEM SRTM 90 M dan pada skala 1 : 250.000. Khusus kawasan perairan, Direktorat Perencanaan KK menggunakan data batimetri yang berasal dari PUSHIDROSAL. Data batas kawasan yang digunakan mengacu pada Keputusan Direktur Jenderal KSDAE nomor SK.99/KSDAE/SET.3/KSA.0/4/2022.

Bersamaan dengan penyusunan Peta Tipe Ekosistem Indikatif dilakukan juga pembahasan mengenai klasifikasi Tipe Ekosistem yang akan diacu melalui serangkaian *Focus Group Discussion* (FGD) dengan melibatkan para ahli, yaitu pakar ekologi dan peneliti Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis data spasial tersebut, dihasilkan 22 (dua puluh dua) tipe ekosistem, sebagaimana Gambar 5, berikut sebarannya di seluruh kawasan konservasi.



Gambar 4 | Penyusunan Peta Tipe Ekosistem Indikatif



Gambar 5 | Pembagian/ Pengelompokan 22 Tipe Ekosistem

Keterangan:

* Ekosistem Sungai dan Danau dapat dijumpai di klasifikasi ekosistem pamah, pegunungan bawah, atau sub alpin tergantung ketinggiannya.

** Ekosistem rawa/gambut, savana, padang rumput atau karst dapat dijumpai di klasifikasi ekosistem pamah, pegunungan bawah, atas atau sub alpin bergantung pada ketinggiannya.

7.1.2 Inventarisasi dan Verifikasi Tipe Ekosistem di Kawasan Konservasi

Pelaksanaan inventarisasi dan verifikasi tipe ekosistem di kawasan konservasi meliputi tahapan sebagaimana berikut:

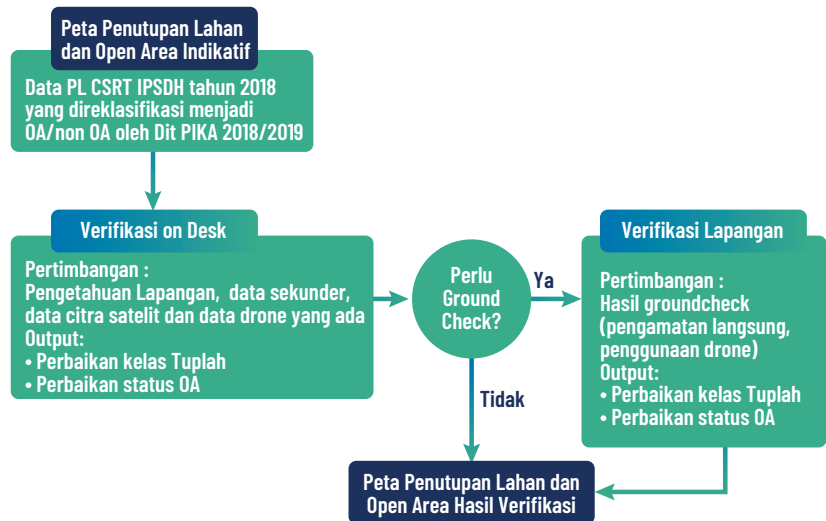
7.1.2.1 Persiapan

Tahap persiapan meliputi pembentukan tim dan penyediaan bahan dan alat. Tim dibentuk oleh Kepala UPT/UPTD. Bahan dan alat dijelaskan pada bagian Rincian sarana, prasarana dan perlengkapan yang dibutuhkan.

7.1.2.2 Inventarisasi dan Verifikasi Tutupan Lahan dan Area Terbuka/ Open Area

Basis data yang digunakan adalah data spasial Penutupan Lahan Tahun 2018-IPSDH PKTL yang direklasifikasi open area dan non open area-nya oleh Direktorat PIKA (saat ini Direktorat Perencanaan KK) tahun 2018/2019. Data penutupan lahan tersebut (selanjutnya disebut Peta Penutupan Lahan dan Open Area Indikatif, yang dapat diunduh pada dashboard e-reporting

sebagaimana tautan: <https://e-reporting.ksdae.id> perlu dilakukan verifikasi melalui pengecekan oleh UPT/UPTD baik secara desk study (menggunakan citra terkini atau berdasarkan pengetahuan dan pengalaman di lapangan) maupun pengecekan secara langsung (*ground check*). Pada tahapan ini akan dihasilkan Peta Penutupan Lahan dan Open Area Hasil Verifikasi. Tahapan verifikasi data tutupan lahan/open area yang harus dilakukan UPT/UPTD ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 | Proses verifikasi Tutupan Lahan dan status Open Area/ NonOpen Area oleh UPT/ UPTD

Perbaikan data yang dilakukan oleh UPT/UPTD antara lain:

1) Kelas tutupan lahan dan deliniasi poligon

Kelas tutupan lahan indikatif yang disediakan merupakan hasil interpretasi citra satelit dalam skala 1 : 250.000. UPT/UPTD perlu melakukan perbaikan kelas tutupan lahan dan perbaikan deliniasi poligon dari kelas tutupan lahan tersebut.

Apabila UPT/UPTD telah memiliki Peta Tutupan Lahan terbaru sendiri, maka dapat menggunakannya untuk memperbaiki atau mengganti Peta Tutupan Lahan/*Open Area* Indikatif dengan melakukan perbaikan langsung pada data shapefile yang ada.

2) Status Area Terbuka (*Open Area*) dan Area Berhutan (*Non Open Area*)

Open area atau indikasi area terbuka merupakan area di kawasan konservasi yang mengalami berbagai tingkatan degradasi dari kondisi alamnya, yang disebabkan oleh faktor alam (antara lain: kebakaran, spesies invasif, gempa, letusan gunung api, tsunami, banjir, longsor, puting beliung, gerakan tanah yang masif, *coral bleaching*, bintang laut berduri/cots, perubahan iklim) dan faktor manusia (antara lain:

perambahan, *illegal logging*, pemukiman, konversi lahan, pertambangan ilegal dan bekas pertambangan, pembakaran lahan, pencemaran darat dan laut, perburuan, *illegal fishing*, *destructive fishing*, *vessel grounding*, reklamasi, sedimentasi). Pada area ini dipastikan dapat dilakukan tindakan manajemen kawasan. Untuk ekosistem yang sifatnya alami atau klimaks tidak termasuk kategori area terbuka.

Klasifikasi *open area* dan *non open area* yang dilakukan oleh Pusat, hanya didasarkan pada pengelompokan kelas-kelas tutupan lahan data Penutupan Lahan Direktorat IPSDH – Ditjen PKTL tahun 2018, tanpa memperhatikan kondisi faktual lapangan, sehingga masih harus diverifikasi oleh UPT/UPTD.

Area Terbuka mengacu pada atribut open area, pada DATA OPEN AREA hasil reklasifikasi Direktorat PIKA tahun 2018/2019 yang telah dibagikan sebelumnya

Area berhutan mengacu pada atribut non open area pada DATA OPEN AREA hasil reklasifikasi Direktorat PIKA tahun 2018/2019

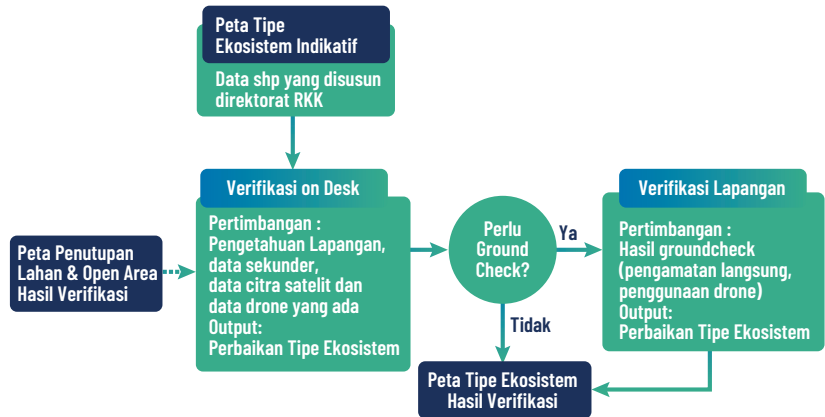
*Data tersedia pada dashboard e-reporting sebagaimana tautan: <https://e-reporting.ksdae.id>

Contoh:

- Semak Belukar dikategorikan open area pada data tersebut, secara faktual di lapangan bisa saja non open area karena sifatnya yang alami atau bukan akibat aktivitas manusia.
- Pada Peta Indikatif Penutupan Lahan, disebutkan bahwa padang rumput masih dikategorikan sebagai open area, faktanya merupakan padang rumput alami, maka UPT/UPTD melakukan perbaikan status open area menjadi non open area .

7.1.2.3 Verifikasi Peta Tipe Ekosistem Indikatif di Kawasan Konservasi

Verifikasi dilakukan secara *desk study* (menggunakan data spasial penutupan lahan terverifikasi, data citra terkini atau berdasarkan pengetahuan dan pengalaman di lapangan) maupun pengecekan secara langsung (*ground check*). Tahapan verifikasi secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 | Proses verifikasi Tipe Ekosistem di Kawasan Konservasi

PETA VERIFIKASI TUPLAH/ OPEN AREA (on desk): Peta verifikasi UPT terhadap Peta Indikatif Penutupan Lahan/ Open Area melalui desk study atau desk analysis dan data sekunder pendukung

PETA VERIFIKASI TUPLAH/ OPEN AREA HASIL VERIFIKASI: Peta verifikasi lapangan UPT berdasarkan Peta Verifikasi Tuplah/ Open Area Tahap 1, yang sudah melalui ground check (dapat memanfaatkan teknologi drone guna menjangkau area-area yang sulit didatangi ataupun keterbatasan anggaran)

A. Verifikasi On Desk

Peta Tipe Ekosistem Indikatif yang disusun oleh Dit. RKK selanjutnya dilakukan verifikasi oleh UPT/UPTD dengan menambahkan bahan verifikasi yaitu: Peta Penutupan Lahan dan *Open Area* Hasil Verifikasi atau data pendukung lainnya.

Deliniasi masing-masing tipe ekosistem dilakukan berdasarkan karakteristik dan pencirinya. Deliniasi awal dapat dilakukan pada tahap ini dengan menggunakan interpretasi secara visual atau manual dengan mengidentifikasi obyek berdasarkan ciri-ciri seperti rona warna, tekstur, pola, bentuk, ukuran dan asosiasi obyek. Sampel yang diambil berdasarkan hasil pencermatan dan analisis terhadap data citra satelit, penutupan lahan, ketinggian dan data spasial pendukung lainnya.

B. Verifikasi Lapangan (Ground Check)

Sebagai tindak lanjut verifikasi tipe on desk, untuk hasil yang masih meragukan (mengingat data penyusun Peta Tipe Ekosistem Indikatif yang digunakan oleh Dit. RKK mungkin berbeda dengan data yang digunakan/dimiliki oleh UPT/UPTD serta pengetahuan lapangan yang dimiliki oleh UPT/UPTD di tingkat tapak), maka diperlukan verifikasi lapangan (*ground check*). Pengecekan lapangan dapat memanfaatkan teknologi *drone* yang dimiliki oleh UPT/UPTD guna menjangkau area-area yang sulit didatangi ataupun alasan keterbatasan anggaran. Verifikasi lapangan ini penting dilakukan untuk memperoleh hasil yang valid untuk penentuan tipe ekosistem.

B.1. Penentuan Titik Sampel

Verifikasi tipe ekosistem dapat dilakukan dengan mengenal berbagai ciri, salah satunya adalah ciri-ciri vegetasinya. Menurut Kartawinata (2010), jika komponen fisik dan komponen biotik diintegrasikan kedalam suatu vegetasi maka akan terbentuk suatu ekosistem. Wujud vegetasi merupakan cerminan fisiognomi dan interaksi antara tumbuhan, satwa dan lingkungannya (Webb & Tracey, 1994). Dari berbagai ciri-ciri untuk mengenal ekosistem, ciri vegetasi merupakan yang paling mudah digunakan.

Pengambilan sampel saat melakukan survei lapangan (*ground check*) dalam kegiatan inventarisasi dan verifikasi tipe ekosistem dapat memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Sebelum melakukan pengambilan data lapangan guna verifikasi dan validasi, perlu dipersiapkan peta kerja yang berisi peta ekosistem indikatif. Dalam peta kerja sudah diplot rencana perjalanan dan rencana titik sampel yang akan dikunjungi.
- 2) Rencana titik sampel dirancang dengan metode purposive random sampling. Titik sampel meliputi sebagian besar atau seluruh satuan ekosistem (jika memungkinkan). Jumlah titik sampel pada tiap ekosistem minimal 1 lokasi. Apabila lebih dari 1 lokasi maka dirancang tersebar merata yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan aksesibilitas di lapangan.
- 3) Formulir isian data lapangan dipersiapkan sebelum ke lapangan. Formulir isian data minimal mengandung data koordinat, data ketinggian, nama vegetasi, dan nomor gambar foto yang diambil.
- 4) Pengecekan lapangan disarankan membawa pesawat nir-awak (*drone*) untuk penafsiran fisiognomi, untuk mendapatkan cakupan area yang lebih besar, dan untuk menjangkau area yang sulit didatangi.
- 5) Hasil data lapangan digunakan untuk memverifikasi Peta Tipe Ekosistem Indikatif.

Metode survei lapangan terkait tipe ekosistem tertentu dapat mengacu pada pedoman-pedoman yang sudah ada atau sumber lainnya yang dapat dirujuk, seperti ekosistem gambut, ekosistem mangrove, ekosistem kawasan karst dan lain-lain.

B.2. Melakukan Verifikasi Tipe Ekosistem Berdasarkan Penciri Tipe Ekosistem

Dalam melakukan verifikasi lapangan, UPT/UPTD perlu memedomani karakteristik tipe ekosistem sebagaimana klasifikasi yang sebelumnya telah ditampilkan pada Gambar 5. Karakteristik setiap tipe ekosistem secara umum dapat dijelaskan sebagaimana berikut:

a. Ekosistem Alami

Adalah ekosistem yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Fungsi ekosistem ini bergantung secara langsung pada matahari sebagai sumber energi. Berdasarkan media kehidupan yang umum, seperti air, tanah, dan udara, ekosistem alami dapat dibedakan sebagaimana pengelompokan di bawah ini. Karakteristik/penciri yang lebih detail tersedia pada Lampiran 1, sedangkan persebaran tipe ekosistem alami di Indonesia dapat dilihat pada Lampiran 2.

a.1. Ekosistem Marin

Adalah suatu kesatuan yang terdiri atas komponen biotik pada kumpulan massa air masin di suatu wilayah yang di dalamnya terjadi aliran energi dan siklus materi antara komponen biotik dan abiotik (Widjaya et.al., 2014). Ekosistem marin secara lebih spesifik terbagi menjadi 2, yaitu:

a.1.1. Perairan Dalam (Oseanik)

Merupakan wilayah laut lepas yang tidak dapat ditembus cahaya matahari sampai ke dasar (kedalaman lebih dari -200 mdpl), sehingga dipastikan hampir tidak ada proses fotosintesis. Pada wilayah ini air di permukaan tidak dapat bercampur dengan air di bawahnya karena adanya perbedaan suhu (disebut daerah termoklin) (Widjaya, et.al., 2014).

a.1.2. Perairan Dangkal

Perairan dangkal merupakan wilayah laut yang memiliki ciri dapat ditembus cahaya matahari (kedalaman sekitar -200 mdpl), dapat dibedakan menjadi:

a.1.2.1. Ekosistem Neritik

Terbentang dari tepi pantai yang terjangkau pasang tertinggi sampai dengan ke arah laut dengan bagian dasar yang masih bisa ditembus cahaya matahari, dikenal juga sebagai kawasan dekat pantai, terletak di sepanjang pantai dangkal. Komunitas pada ekosistem ini terletak di sepanjang pantai yang selalu tergenang pada saat air pasang terendah, mencakup pesisir terbuka yang tidak terpengaruh sungai besar atau terletak di antara dinding batu yang terjal (Widjaya et.al., 2014). Gambaran ekosistem neritik dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 | Ekosistem Neritik
Foto | Dok. BTN Karimunjawa

a.1.2.2. Terumbu karang

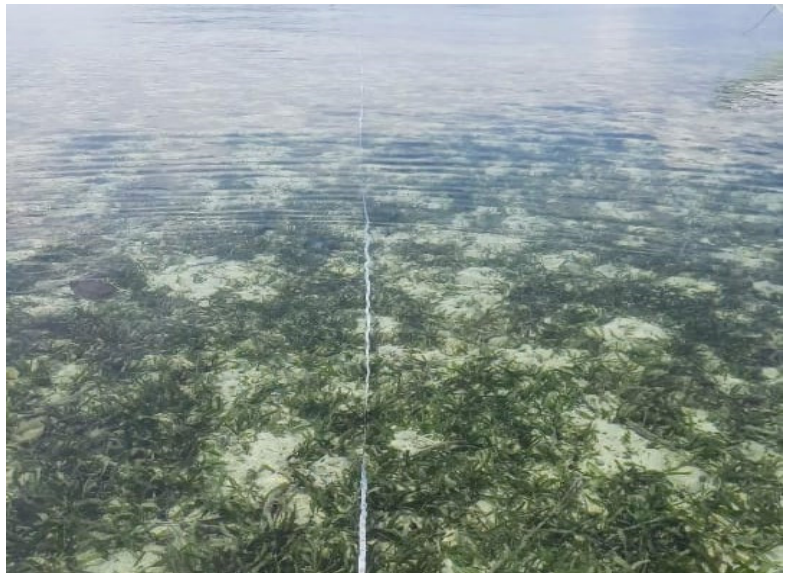
Merupakan ekosistem yang dihuni oleh berbagai tipe karang, yaitu karang keras (stony coral), karang lunak (soft coral), dan gorgonian. Ekosistem terumbu karang sangat penting untuk tempat pemijahan dan bertelur serta sebagai habitat bagi berbagai biota laut yang berasosiasi dengan karang, seperti ikan karang, udang, kerang-kerangan (moluska), dan berbagai avertebrata laut lainnya (Widjaya et.al., 2014), dengan gambaran dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 | Ekosistem terumbu karang di Taman Nasional Togean
Foto | Dok. BTN Togean. Merupakan salah satu ekosistem terumbu karang dengan keragaman karang yang cukup tinggi.

a.1.2.3. Padang Lamun

Merupakan ekosistem di laut dangkal yang paling produktif (Azkab, 1988) dengan siklus hara paling efektif. Ekosistem lamun mempunyai peranan penting dalam menunjang kehidupan dan perkembangan jasad hidup di laut dangkal, antara lain sebagai kawasan tempat mencari makan, sumber pakan Dugong dugon, dan area pemijahan bagi berbagai jenis biota laut. Pada ekosistem lamun dapat juga ditemukan berbagai biota yang berasosiasi dengan lamun, seperti teripang, bulu babi, kapak, kerang, siput laut, bintang laut, dan berbagai jenis ikan (Widjaya et.al., 2014) dengan gambaran dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 | Ekosistem Padang Lamun

Foto | Balai TN Karimunjawa. Padang Lamun jenis *Thalassia* di TN Karimunjawa

a.2. Ekosistem Limnik

Merupakan suatu kesatuan fungsi yang terdiri atas komponen biotik dan abiotik di dalam suatu kumpulan massa air tawar, baik mengalir (lotik) atau air tenang (lentik) yang di dalamnya terjadi aliran energi dan siklus materi (Widjaya *et.al.*, 2014).

a.2.1. Ekosistem Danau

Danau merupakan badan air alami berukuran besar yang dikelilingi oleh daratan dan tidak berhubungan dengan laut, kecuali melalui sungai. Danau bisa berupa cekungan yang terjadi karena peristiwa alam yang kemudian menampung dan menyimpan air hujan, mata air, rembesan, dan/atau air sungai (KLH 2010 dalam Widjaya *et.al.*, 2014) dengan contoh sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 11.

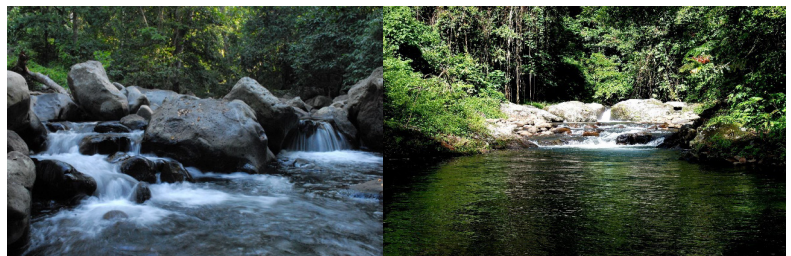


Gambar 11 | Ekosistem Danau

Foto | Dok. Eru 2022 Lokasi: Danau di TWA Ruteng

a.2.2. Ekosistem Sungai

Merupakan massa air yang mengalir dalam jumlah banyak dan berukuran panjang. Ada kelompok sungai arus deras, arus sedang, dan arus lemah. karena merupakan koridor memanjang dari hulu sampai hilir yang panjangnya dapat sampai berpuluh atau ratusan kilometer (Widjaya *et.al.*, 2014). Berdasarkan ukurannya, ada sungai besar, anakan sungai, dan selokan.



Gambar 12 | Ekosistem Sungai

Foto | Dok. Balai TN Baluran Sungai di TN Baluran dengan wilayah yang berbatu

Foto | Dok. BKSDA Sumatera Selatan Bagian wilayah yang datar membentuk permukaan sungai yang tenang yang berbatu

a.3. Ekosistem Semi Terrestrial

Ekosistem ini terbentang di daerah peralihan antara kehidupan limnik (air tawar) dan marin (air masin). Media kehidupan di ekosistem ini dapat berupa tanah basah dan tanah berbatu.

a.3.1. Ekosistem Mangrove

Mangrove adalah kelompok tumbuhan yang dapat tumbuh beradaptasi dengan baik pada kawasan pasang surut di daerah tropik dan subtropik. Terdapat lima faktor utama yang menentukan pembentukan hutan mangrove, yaitu: (1) gelombang yang tidak besar; (2) salinitas; (3) substrat lumpur; (4) pengaruh darat berupa aliran air tawar; dan (5) genangan air laut secara periodik atau pasang surut. Komposisi hutan mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu: (1) substrat (bentuk tekstur dan kemantapan); (2) kondisi pasang surut (frekuensi, kedalaman, dan/atau waktu genangan); dan (3) salinitas (variasi harian dan musiman) dengan gambaran dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 | Ekosistem Mangrove

Foto | Mulyadi 2022 Lokasi Kalimantan Tengah

Foto | Dok. BBKSDA Nusa Tenggara Timur.

a.3.2. Ekosistem Riparian

Ekosistem riparian adalah wilayah peralihan atau ekosistem peralihan (ekoton) antara badan air dan daratan di luar lingkungan sungai. Wilayah ini memiliki karakter yang khas karena adanya perpaduan lingkungan perairan dan daratan. Salah satu komunitas tumbuhan pada mintakat ini dicirikan oleh tumbuhan yang beradaptasi dengan perairan dan arus kencang. Wilayah riparian bisa terbentuk secara alami atau dibentuk untuk keperluan stabilisasi tanah dan rehabilitasi lahan. Berdasarkan fungsi dan karakternya, wilayah ini berperan sebagai mintakat penyangga (buffer zone) bagi kawasan di sekitarnya (Widjaya et.al., 2014).



Gambar 14 | Ekosistem Riparian

Foto | Partomihardjo 2009 dalam Widjaya et.al. (2014) Ekosistem riparian didominasi oleh satu atau beberapa jenis tumbuhan. Salah satu contoh ekosistem riparian yang didominasi oleh satu jenis tumbuhan (pandan) di Merang, Sumatra Selatan

a.4. Ekosistem Terrestrial Darat

Tipe ekosistem terestrial terbagi berdasarkan ketinggiannya, yaitu ekosistem pamah/daratan rendah, ekosistem pegunungan bawah, ekosistem pegunungan atas, eksosistem sub alpin, dan ekosistem alpin, sebagaimana berikut:

a.4.1. Ekosistem pamah/daratan rendah

Ekosistem ini berada pada ketinggian 0 – 1000 mdpl, dan terbagi lagi menjadi:

a.4.1.1. Hutan pamah/daratan rendah

Secara umum karakteristik pohon memiliki dbh >100 cm dan tinggi mencapai 45 m. Pohon mencuat, pohon dengan akar papan/banir yang besar, dan liana merupakan karakteristik yang umum ditemukan pada tipe hutan ini. Meskipun epifit juga dapat ditemukan di hutan pamah, jumlah jenis dan populasinya lebih sedikit dibandingkan hutan pegunungan. Lapisan kanopi di hutan pamah dapat dibedakan menjadi empat atau lima lapis dengan contoh dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 | Ekosistem Hutan Pamah/Daratan Rendah
Foto | Widia 2022 Lokasi: TN Tanjung Puting

a.4.1.2. Hutan pantai

Merupakan daerah pesisir yang dipengaruhi oleh lingkungan laut. Hutan pantai dipengaruhi hampasan air laut, terletak di kawasan litoral, pada substrat berpasir atau berbatu-batu. Wilayah ini tidak dipengaruhi langsung oleh masukan air tawar.



Foto | Eru 2022 Lokasi: Pulau Pombo, Maluku Hutan pantai dengan formasi Waru, Ketapang dan Baringtonia



Foto | Widia 2023 Lokasi: Pulau Moyo, NTB Hutan pantai dengan formasi Waru dan Ketapang

a.4.1.3. Hutan Dipterokarpa

Hutan ini biasanya memiliki empat sampai lima lapis kanopi. Lapisan utama kanopi hutan umumnya terdiri atas jenis anggota Dipterocarpaceae dan Sapotaceae. Lapisan bawah kanopi (*understorey*) terdiri atas jenis-jenis Lauraceae, Meliaceae, dan Sapotaceae, sedangkan lapisan di bawahnya berupa pohon kecil dan jenis semak dari suku Euphorbiaceae dan Rubiaceae.

Di Indonesia, tipe hutan ini ditemukan di Kalimantan dan Sumatra, tetapi jenis dipterokarpa dapat ditemukan hingga di Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua, tetapi tidak menjadi jenis yg dominan (IBSAP 2023. Inprep) sebagaimana Gambar 17.



Gambar 17 | Ekosistem Hutan Dipterokarpa

Foto | Pindi (ITB) dalam IBSAP 2016

a.4.1.4. Kerangas

Hutan kerangas dicirikan dengan kandungan unsur hara tanah yang sangat miskin dengan pH tanah yang rendah. Hutan kerangas memiliki keanekaragaman hayati yang lebih rendah dibandingkan tipe hutan tropik lainnya. Hutan ini tidak dapat dipulihkan bila terjadi deforestasi. Hutan kerangas yang terluas terdapat di Kalimantan, di pulau lainnya seperti Sumatera, Sulawesi dan Papua terdata tidak terlalu luas (IBSAP 2023. Inprep).



Gambar 18 | Hutan Kerangas

Foto | Rahajoe 2013 dalam BAPPENAS, 2016

a.4.1.5. Hutan Rawa

Hutan rawa dicirikan dengan kondisi yang tergenang terus-menerus ataupun secara periodik. Jika berbatasan dengan sungai, pada musim hujan air sungai meluap dan menggenangi hutan yang ada di sekitarnya sehingga terbentuk hutan rawa musiman. Terdapat pula rawa yang dipengaruhi pasang surut air laut (IBSAP 2023 Inprep) sebagaimana ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 19.

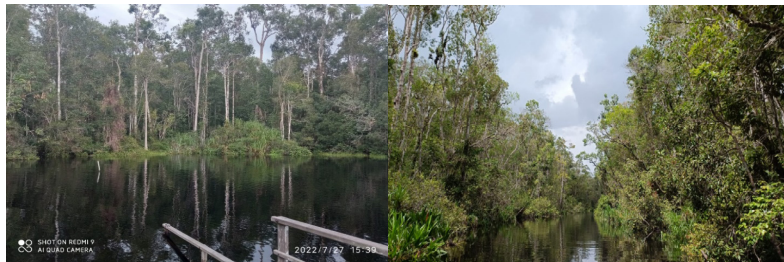


Gambar 19 | Hutan Rawa

Foto | Rahajoe 2013 dalam BAPPENAS, 2016

a.4.1.6. Rawa/Gambut

Ekosistem gambut tersusun dari bahan organik (lebih dari 65%). Karena kondisi yang selalu terendam air dalam kondisi anaerob, maka substrat gambut mempunyai pH dan unsur hara yang rendah. Air tanah gambut berwarna kecokelatan. Ketebalan gambut di Indonesia bervariasi dari ketebalan kurang dari satu meter sampai 12 meter, bahkan di beberapa wilayah kedalamannya dapat mencapai lebih dari 20 meter (Wijaya et.al., 2014) sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20 | Hutan Gambut

Foto | Hartatik 2022, Eru 2023, Lokasi Hutan Gambut di TN Tanjung Puting

Hutan gambut terluas ditemukan di Kalimantan dan Sumatera. Selain itu ditemukan hanya pada beberapa wilayah dan tidak terlalu luas di Sulawesi dan Papua. Hutan gambut tidak terdata di pulau Jawa, Bali dan Nusa Tenggara (IBSAP 2023 Inprep).

a.4.1.7. Savana

Savana merupakan ekosistem yang dicirikan dengan adanya semak belukar dan pepohonan dengan kerapatan rendah atau sangat jarang, bahkan di beberapa tempat terpencar-pencar membentuk mozaik-mozaik kanopi yang dilingkupi bentangan rerumputan di tempat terbuka. Pohon yang terdapat pada ekosistem ini umumnya berukuran kecil dan pendek dengan tinggi sekitar 10 m dengan diameter batang tidak lebih dari 40 cm. Jumlah pohon di kawasan savana tidak banyak, dan menyebar di beberapa tempat berasosiasi dengan rumput.



Gambar 21 | Savana di Taman Nasional Baluran

Foto | Kiri: Dok. BTN Baluran, Kanan: Eru 2023

a.4.1.8. Padang Rumput

Ekosistem ini terbentuk secara alami ditutupi oleh hamparan rumput dan tumbuhan non berkayu lainnya tanpa kehadiran pohon. Ekosistem ini didominasi oleh jenis rumput rumputan, baik di wilayah daerah basah ataupun kering (IBSAP 2023 Inprep) sebagaimana contoh dapat dilihat pada Gambar 22.



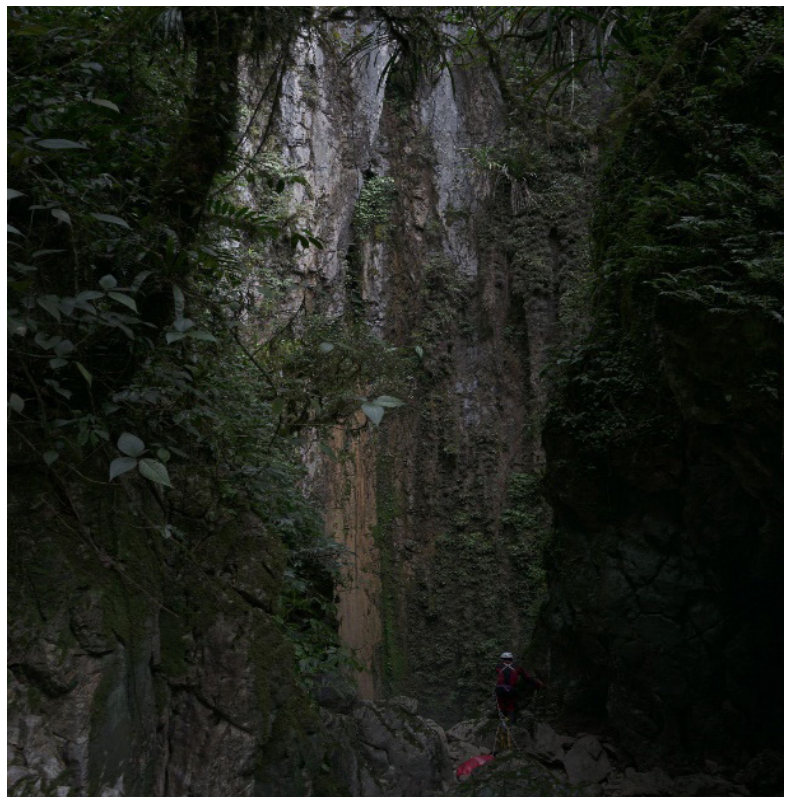
Gambar 22 | Ekosistem Padang Rumput

Foto | Dit. RKK. Padang Rumput di Tn Tambora

a.4.1.9. Karst

Ekosistem ini berada pada suatu bentang alam yang secara khusus berkembang dari batuan karbonat seperti batu kapur dan tersusun akibat proses karstifikasi dalam skala ruang dan waktu geologi (Samodra, 2001 dan Pindi, 2014 dalam BAPPENAS, 2016). Vegetasi di ekosistem ini merupakan jenis-jenis yang dapat beradaptasi pada lingkungan dengan kadar kalsium yang tinggi dan tahan kekeringan. Jenis tumbuhannya umumnya berdiameter kecil dan tidak terlalu tinggi. Biasanya terdapat gua-gua dan bukit-bukit yang terbentuk pada ekosistem ini biasanya menjadi tempat tinggal bagi tumbuh-tumbuhan dan hewan. Kawasan ekosistem ini mempunyai kemampuan menyerap dan menangkap air hujan dalam jangka waktu yang lama (IBSAP 2023 Inprep) sebagaimana ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 23.





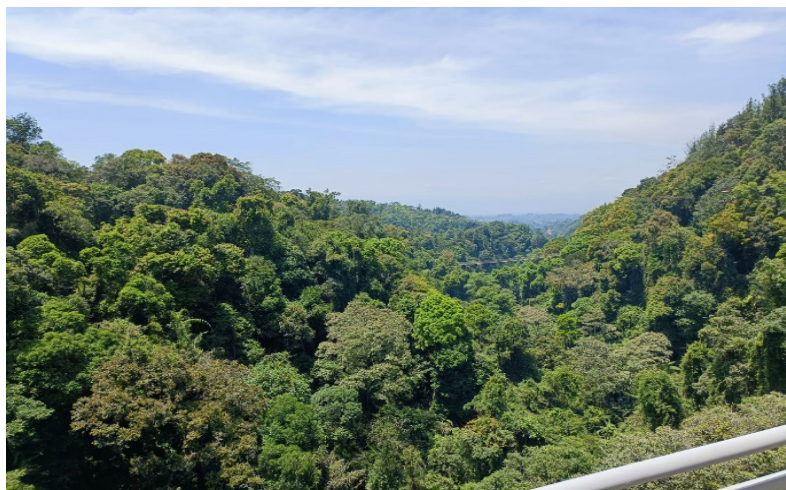
Gambar 23 | Ekosistem Karst

Foto | • Dok. BTN Bantimurung Bulusaraung

- Rahmadi 2007 dalam Widjaya et.al., 2014 Gua Kalepale di Pulau Waigeo, Papua
- Ekosistem Karst Gua Hatusaka kedalaman 377 meter di TN Manusela (Doc: Acintyacunyata Speleological Club Yogyakarta dan Balai TN Manusela, 2018)

a.4.2. Ekosistem Pegunungan Bawah

Ekosistem pegunungan bawah memiliki batas rentang mulai 1.000 hingga 1.500 mdpl (Van Steenis & Kruseman 1950). Karena suhu pada ekosistem ini rendah, menyebabkan pertumbuhan pohon menjadi terhambat (cenderung pendek) dengan ketinggian sekitar 10-30 m, bercabang, daun dan diameter kecil. Lantai hutan pegunungan bawah memiliki ciri lembab, dingin dan basah serta ditumbuhi lumut yang cukup tebal. Apabila diamati akan terlihat tajuk pohon yang tidak terlalu tinggi, dan umumnya mempunyai ketinggian yang seragam dengan tidak adanya pohon yang emergent (mencuat) (IBSAP 2023 Inpre) sebagaimana Gambar 24.



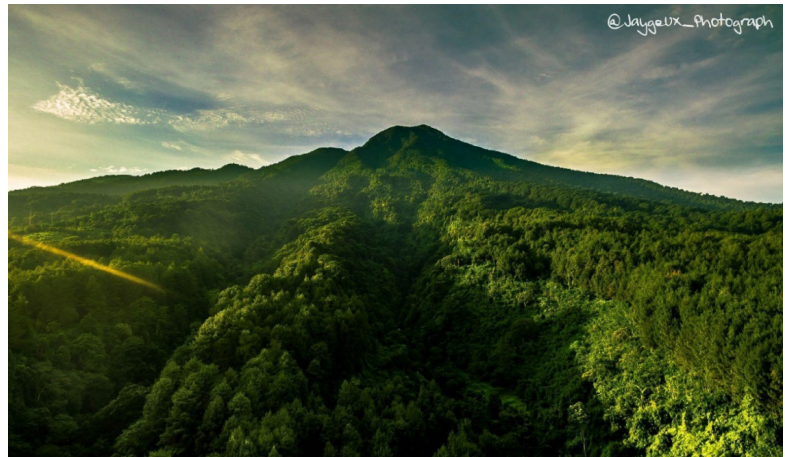
Gambar 24 | Ekosistem Pegunungan Bawah

Foto | Atas : Mulyadi 2022, Lokasi: TN Gunung Rinjani

Bawah : Mulyadi 2022, Lokasi: TN Gunung Rinjani

a.4.3. Ekosistem Pegunungan Atas

Ekosistem ini berada pada ketinggian 1.500 – 2.400 mdpl. Hutan pegunungan atas biasanya memiliki satu lapisan kanopi sehingga dengan mudah dapat dibedakan dengan hutan pegunungan bawah. Tajuk hutan yang rendah, batang lebih ramping, berkurangnya liana dan melimpahnya epifit, lumut, dan tumbuhan paku merupakan karakteristik hutan pegunungan atas (Ashton 2003 dalam Widjaya et.al., 2014). Jumlah jenis tumbuhan di tipe hutan ini lebih sedikit dibandingkan dengan tipe hutan di bawahnya. Jenis-jenis tumbuhan yang umum ditemukan di hutan ini adalah anggota suku Ericaceae. Pohon pada ekosistem ini ditumbuhi lumut yang cukup tebal (IBSAP 2023 Inprep) dengan ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25 | Hutan Pegunungan Atas di Taman Nasional Gunung Halimun Salak
Foto | Dok. BTN Gunung Halimun Salak

a.4.4. Ekosistem Sub Alpin

Ekosistem sub alpin berada pada ketinggian 2.400 – 4.000 mdpl. Hutan sub alpin memiliki kondisi habitat yang miskin hara dan jenis tanah berbatu (litosol). Tipe hutan ini banyak ditumbuhi oleh pohon-pohon berukuran kecil (kerdil) dan umumnya dengan Ketinggian pohon yang maksimal hanya 15 m dan membentuk 2 lapisan kanopi. Begitu pula dengan lantai hutannya, jarang ditumbuhi oleh jenis-jenis tumbuhan herba. Jenis yang mempunyai kemampuan daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem. Biasanya dicirikan dengan tumbuhnya jenis Edelweis dan Rhododendron (IBSAP 2023 Inprep) sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26 | Ekosistem Sub Alpin

Foto | Ruky Umayu 2016 Dominasi *Vaccinium varingiaevolium* dan *Albizia lophanta* pada ekosistem Sub Alpin di TN Merapi

Foto | Rahajoe dalam Widjaya et.al. 2014 “Edelweiss” (*Anaphalis* sp.) jenis tumbuhan yang dapat ditemukan di ekosistem sub-alpin

a.4.5. Ekosistem Alpin

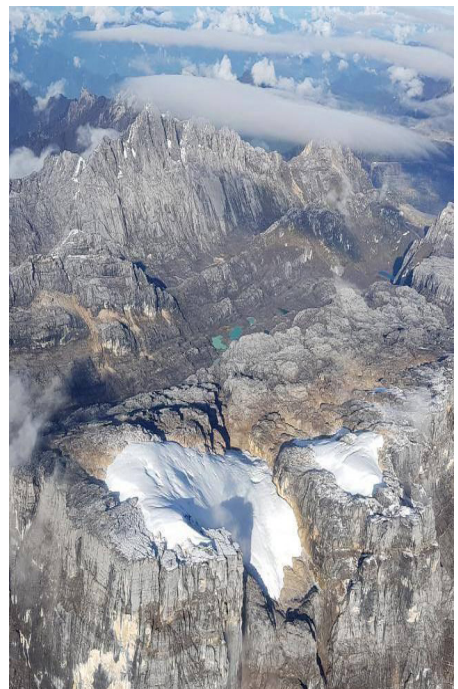
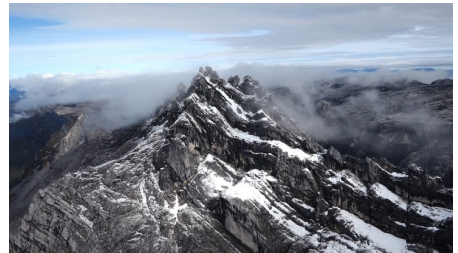
Ekosistem ini berada pada ketinggian lebih dari 4.000 mdpl. Pada ekosistem ini tumbuh jenis tanaman tundra, semak, dan lumut. Pada puncak yang paling tinggi hanya ditumbuhi ganggang salju. Secara umum tumbuhan yang hidup pada ekosistem ini memiliki kemampuan daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan yang ekstrem (IBSAP 2023 Inprep) sebagaimana Gambar 27.

Gambar 27 | Ekosistem Alpin di TN Lorentz

Foto | Foto: Dok Balai TN Lorentz Puncak Carstenz pyramid difoto dari helikopter (flyover) pada awal tahun 2018, hanya terdapat salju pada waktu tertentu saja (musim hujan/dingin)

Foto | Dok BTN Lorentz 2015. Lidah gletser/salju abadi di Nggapulu

Foto | Dok. BTN Lorentz, 2018 Lanscape pegunungan sudirman difoto dari helikopter



b. Ekosistem Buatan

Ekosistem buatan diciptakan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Ekosistem buatan mendapatkan subsidi energi dari luar. Tanaman, atau hewan peliharaan sangat didominasi oleh pengaruh manusia, sehingga memiliki keanekaragaman rendah (Hutagalung 2010 dalam Widjaya et.al., 2014). Contoh ekosistem buatan adalah hutan tanaman (seperti jati dan pinus), tegalan, pekarangan, sawah, perkebunan, dan agroekosistem (Widjaya et.al., 2014)

B.3. Verifikasi Deliniasi Tipe Ekosistem

Deliniasi pada beberapa tipe ekosistem, dapat didukung informasi biotik dan fisik hasil survei lapangan, apabila secara interpretasi visual sulit dibedakan pencirinya.

Sebagai contoh:

- 1) ekosistem karst mungkin akan sulit dideliniasi batasnya jika hanya berdasarkan interpretasi visual citra satelit karena memerlukan informasi geologis batuan karbonat, gua, hidrologi dan data lainnya.
- 2) ekosistem hutan dipterokarpa, memerlukan informasi jenis-jenis penyusun vegetasinya sebelum dapat ditentukan batas poligon ekosistemnya
- 3) ekosistem hutan kerangas, memerlukan informasi kondisi vegetasi khas, jenis tanah, dan keanekaragaman hayatinya.

Tipe ekosistem lainnya mungkin dapat dideliniasi berdasarkan interpretasi visual berdasarkan ciri-ciri fisik yang terlihat, seperti ekosistem danau, sungai, mangrove, hutan pantai dan sebagainya.

B.4. Mengetahui kerusakan tipe ekosistem

Kondisi tipe-tipe ekosistem secara umum dapat diketahui apakah masih bersifat alami atau sudah mengalami gangguan/kerusakan jika proses inventarisasi dan verifikasi ekosistem dilakukan dengan baik dan sesuai dengan manual yang ada. Ekosistem buatan secara umum dapat digunakan untuk menunjukkan kondisi tipe ekosistem telah mengalami perubahan atau kerusakan. Hal ini perlu didukung dengan informasi sebaran dan karakteristiknya dalam suatu area. Tipe ekosistem asli/awal suatu area yang teridentifikasi sebagai ekosistem buatan (berdasarkan hasil verifikasi tipe ekosistem seperti langkah-langkah yang dijelaskan pada manual ini), dapat diduga berdasarkan pada tipe ekosistem di sekitar area ekosistem buatan tersebut.

Sebagai contoh :

- 1) Ekosistem pamah / daratan rendah di suatu kawasan konservasi pada sebagian areanya teridentifikasi terdapat ekosistem buatan berupa lahan pertanian / sawah. Kondisi tersebut dapat diinterpretasikan bahwa ekosistem alaminya berupa ekosistem pamah/daratan rendah yang sudah mengalami perambahan dan berubah menjadi lahan garapan.
- 2) Ekosistem mangrove yang berbatasan dengan ekosistem buatan berupa

tambak dan permukiman. Melihat karakteristik seperti itu, dapat diinterpretasikan awal bahwa pada ekosistem tersebut kemungkinan terjadi perubahan kondisi ekosistem dari ekosistem mangrove menjadi ekosistem buatan berupa tambak dan permukiman.

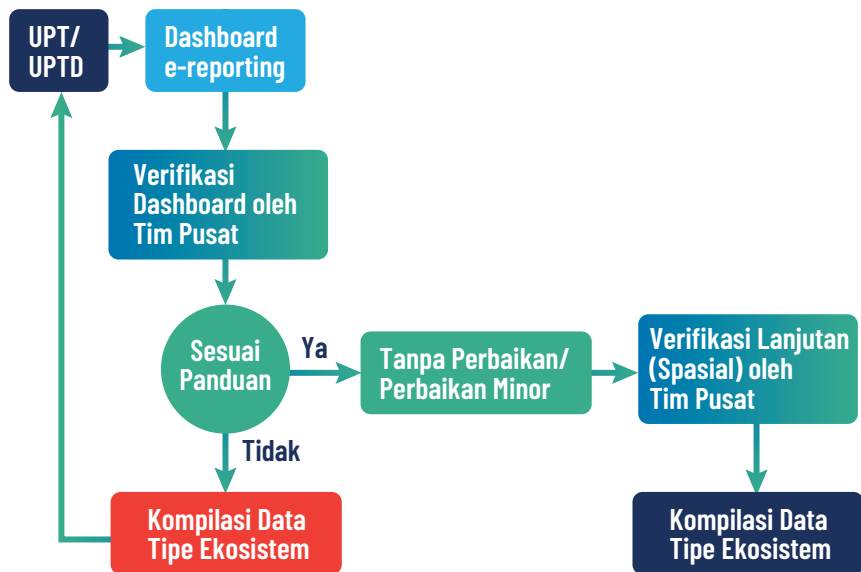
Perubahan ekosistem dari alami menjadi buatan yang menggambarkan kerusakan tersebut hanya dapat terlihat apabila UPT/UPTD telah mengidentifikasi, menginventarisasi dan memverifikasi seluruh tutupan lahan di kawasan konservasi yang dikelolanya sebagai ekosistem buatan.

7.1.3 Pelaporan

Laporan hasil inventarisasi dan verifikasi keanekaragaman hayati tipe ekosistem dan kerusakannya di kawasan konservasi terdiri atas data shapefile (shp) dan laporan tertulis dalam bentuk pdf. Data shp dan laporan format pdf dilaporkan dengan cara diunggah melalui dashboard e-reporting dengan tautan: <https://e-reporting.ksdae.id>. Khusus data shp yang dilaporkan perlu disusun sesuai format sebagaimana dijelaskan pada bagian Formulir Isian.

7.1.4 Verifikasi Data

Data UPT/UPTD yang telah diunggah pada dashboard e-reporting akan diverifikasi oleh Dit. RKK. Data tersebut diverifikasi secara berkala setiap tahun untuk melihat kesesuaian data yang diunggah dengan data yang diharapkan, tahapan verifikasi yang dilakukan dapat dilihat pada bagan sebagaimana Gambar 28 berikut:



Gambar 28 | Proses verifikasi Data Tipe Ekosistem dari UPT/UPTD

7.2 Target Lokasi

Kawasan konservasi yang menjadi target pelaksanaan manual Inventarisasi dan Verifikasi Tipe Ekosistem ini terdiri dari 70 (tujuh puluh) unit, yang dikelola oleh 28 (dua puluh delapan) UPT/UPTD sebagaimana Tabel 1 berikut:

Tabel 1 | Target Lokasi Inventarisasi dan Verifikasi Tipe Ekosistem

No	Provinsi	Satuan Kerja		Nama Kawasan		
		No	UPT/UPTD			
1	Kalimantan Tengah	1	BKSDA Kalimantan Tengah	CA Bukit Sapat Hawung		
				CA Pararawen I dan II		
				SM Lamandau		
				TWA Bukit Tangkiling		
				TWA Tanjung Keluang		
				KSA/KPA Bukit Rawi (Eks PLG 2)		
2	Kalimantan Tengah	2	BTN Tanjung Puting	TN Tanjung Puting		
				3	BTN Sebangau	TN Sebangau
2	Kalimantan Barat	4	BKSDA Kalimantan Barat	CA Mandor		
				CA Gunung Raya Pasi		
				CA Karimata		
				CA Nyiut Penrissen		
				CA Muara Kendawangan		
				TWA Bukit Kelam		
				TWA Gunung Melintang		
				TWA Sungai Liku		
				TWA Tanjung Belimbing		
				TWA Asuansang		
				TWA Baning		
		TWA Gunung Dungan/Gunung Batu				
		5	Kalimantan Barat	5	BBTN Betung Kerihun Danau Sentarum	TN Danau Sentarum
						TN Betung Kerihun
6	Kalimantan Barat	6	BTN Gunung Palung	TN Gunung Palung		
7	Kalimantan Barat	7	BTN Bukit Baka Bukit Raya	TN Bukit Baka Bukit raya		
8	Kalimantan Barat	8	UPTD Tahura Pandan Puloh	Tahura Pandan Puloh		

No	Provinsi	Satuan Kerja		Nama Kawasan		
		No	UPT/UPTD			
3	Kalimantan Timur	9	BKSDA Kalimantan Timur	CA Muara Kaman Sedulang		
				CA Teluk Adang		
				SM Pulau Semama		
				CA Teluk Apar		
		10	BTN Kutai	TN Kutai		
		11	UPTD Tahura Bukit Suharto	THR Bukit Soeharto		
		12	UPTD Tahura Lati Petangis	THR Lati Petangis		
4	Kalimantan Selatan	13	BKSDA Kalimantan Selatan	CA Teluk Kelumpang, Selat Laut dan Selat Sebuku		
				CA Gunung Kentawan		
				SM Pleihari Tanah Laut		
				TWA Pulau Bakut		
				SM Pulau Kaget		
				SM Kuala Lupak		
				TWA Pulau Burung dan Suwangi		
5	Kalimantan Utara	14	BTN Kayan Mentarang	TN Kayan Mentarang		
6	Jambi		BKSDA Jambi	CA Hutan Bakau Pantai Timur		
				16	BBTN Kerinci Seblat	TN Kerinci Seblat
				17	BTN Berbak Sembilang	TN Berbak
				18	BTN Bukit Duabelas	TN Bukit Duabelas
7	Sumatera Barat	19	BKSDA Sumatera Barat	SM Arau Hilir dan Air Tarusan		
		20	BTN Siberut	TN Siberut		
8	Riau	21	BKSDA Riau	SM Balai Raja		
				SM Giam Siak Kecil		
				SM Bukit Batu		
				SM Kerumutan		
				SM Bukit Rimbang, Bukit Baling & Rimbang Baling		
				SM Tasik Belat		
				SM Tasik Besar Serkap		
				SM Tasik Serkap		
				SM Tasik Tanjung Padang		
				TWA Buluh Cina		
				TN Zamrud		
		22	BTN Bukit Tigapuluh	TN Bukit Tigapuluh		
		23	BTN Tesso Nilo	TN Tesso Nilo		

No	Provinsi	Satuan Kerja		Nama Kawasan
		No	UPT/UPTD	
9	Sumatera Selatan	24	BKSDA Sumatera Selatan	SM Gumai Pasemah
				SM Gunung Raya
				SM Padang Sugihan
				SM Dangku
		25	BTN Berbak Sembilang	TN Sembilang
10	Sumatera Utara	26	BBTN Leuser	TN Gunung Leuser
				TN Batang Gadis
11	Lampung	27	BTN Way Kambas	TN Way Kambas
		28	BBTN Bukit Barisan Selatan	TN Bukit Barisan Selatan

8. Rincian sarana, prasarana dan perlengkapan yang diperlukan

Sarana prasarana yang dibutuhkan dikelompokkan menjadi kelengkapan dalam melakukan analisis on desk dan saat melakukan pengecekan lapangan (*ground check*), sebagai berikut:

1) *On desk*

Sarpras yang dibutuhkan saat analisis on desk meliputi: laptop dan personal komputer yang terinstall ArcGIS, data citra satelit terbaru, data spasial yang terkait, laporan-laporan/ data sekunder

2) *Ground Check*

Sarpras yang dibutuhkan saat *ground check* meliputi: tallysheet, pesawat nir awak (*drone*), kompas, gps, kamera, peta lokasi yang akan dilakukan *ground check*, citra satelit, buku pengenalan vegetasi/pohon, ATK, peralatan analisis vegetasi (jika dibutuhkan, seperti: timbangan, meteran, tali rafia)

9. Formulir Isian

Hasil kegiatan inventarisasi dan verifikasi ini selanjutnya diinput berupa data spasial dengan format *shp* pada *dashboard e-reporting* dengan format isian/struktur data sebagai berikut:

9.1 Data spasial Penutupan Lahan dan Open Area

Atribut data spasial penutupan lahan dan open area yang perlu dilengkapi oleh UPT/UPTD adalah sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2 | Atribut Data Penutupan Lahan dan Open Area

Field Name	Type	Size	Value	Field Description
NUPT	Text	100	Nama UPT/ UPTD	Nama lembaga pengelola kawasan
NKWS	Text	100	Nama Kawasan	Nama kawasan konservasi
TUPLAH	Text	250	Penutupan Lahan	Penutupan Lahan mengacu pada kelas penutupan lahan IPSDH PKTL 2018
STA_OA	Text	25	Status Open Area	Status area mengacu pada data open area Dit. PIKA Tahun 2019: <ul style="list-style-type: none"> - Open Area - Non Open Area
VER_OND	Text	250	Verifikasi Tutupan Lahan On Desk	Verifikasi tutupan lahan tahap 1, merupakan perbaikan on desk secara desk study/desk analysis dan menggunakan citra satelit, foto udara, dan data pendukung lainnya
OA_OND	Text	25	Verifikasi status open area	Hasil verifikasi VER_OND dilanjutkan dengan perbaikan status OA dan Non OA
VER_PL	Text	250	Verifikasi Tutupan Lahan	Hasil verifikasi tutupan lahan oleh UPT/UPTD, dapat mengacu PL IPSDH 2018, SNI 7645-2010 atau kelas tuplah yang sudah dilakukan pengecekan lapangan
KET-PL	Text	150	Keterangan verifikasi Tuplah yang dilakukan	Berisi keterangan verifikasi data VER_PL: <ul style="list-style-type: none"> - Sudah GC - Tidak perlu GC - Belum GC

Data indikatif dari Direktorat Perencanaan KK

Data hasil verifikasi dan perbaikan secara *on desk*, *desk study* / *analysis*

Data hasil verifikasi dan perbaikan UPT/UPTD yang sudah dilakukan groundcheck atau belum GC

Field Name	Type	Size	Value	Field Description
VER_OA	Text	25	Verifikasi status open area	Hasil verifikasi VER_PL dilanjutkan dengan perbaikan status OA dan Non OA
LUAS	Double		Luas tutupan lahan/open area	Perhitungan luas secara calculate geometry

Perhitungan GIS

Untuk PL yang memerlukan GC tetapi belum terlaksana di tahun berjalan, tetap di isi dengan data PL dari hasil verifikasi *on desk/desk study/desk analysis*, dengan mengisi KET_PL dengan "Belum GC"

Sudah GC : Sudah dilakukan *groundcheck* (GC)
 Tidak Perlu GC : Verifikasi *on desk* sudah diyakini kebenarannya dan tidak perlu dilakukan GC atau pengecekan lapangan.
 Belum GC : Diyakini harus dilakukan GC/pengecekan lapangan namun belum dilaksanakan pada tahun berjalan (sementara menggunakan data verifikasi secara *on desk*).

9.2 Data spasial Tipe Ekosistem

Atribut data spasial tipe ekosistem yang perlu dilengkapi oleh UPT/UPTD adalah sebagaimana Tabel 3.

Tabel 3 | Atribut Data Spasial tipe Ekosistem

Field Name	Type	Size	Value	Field Description
NUPT	Text	100	Nama UPT/ UPTD	Nama lembaga pengelola kawasan
NKWS	Text	100	Nama Kawasan	Nama kawasan konservasi
EKOKLAS1	Text	50	Ekosistem Klasifikasi 1	Klasifikasi ekosistem: - Alami - Buatan
EKOKLAS2	Text	100	Ekosistem Klasifikasi 2	Klasifikasi ekosistem: - Limnik - Marin - Semi terrestrial - Terrestrial - Buatan
EKOKLAS3	Text	150	Ekosistem Klasifikasi 3	Klasifikasi ekosistem: - Perairan dalam - Perairan dangkal - Pamah - Pegunungan Bawah - Pegunungan Atas - Sub Alpin - Alpin

Data indikatif dari Direktorat Perencanaan KK

Field Name	Type	Size	Value	Field Description
EKOKLAS4	Text	250	Ekosistem Klasifikasi 4	Klasifikasi ekosistem: - 22 tipe ekosistem sesuai diagram pada Gambar 5
KVA_250	Text	250	Karakteristik Vegetasi Alami	Data karakteristik vegetasi alami yang diproduksi oleh PDLKWS PKTL sebagai
VER_PL	Text	250	Verifikasi Tutupan Lahan	Hasil verifikasi tutupan lahan oleh UPT/UPTD, dapat mengacu PL IPSDH 2018, SNI 7645-2010 atau kelas tuplah secara faktual lapangan atau on desk jika belum dilakukan pengecekan lapangan. data tuplah yang digunakan TIDAK BOLEH menggunakan data tuplah indikatif dari Dit. RKK.
VER_2_1	Text	250	Verifikasi Ekosistem Klasifikasi 4	Hasil verifikasi (Tahap 2.1) UPT/UPTD terhadap kategori EKOKLAS4 dengan menggunakan informasi tambahan PL terbaru secara on desk (desk study/ analysis) dengan citra satelit/foto udara dll.
VER_2_2	Text	250	Verifikasi Klasifikasi Ekosistem 4	Hasil verifikasi (Tahap 2.2) UPT/UPTD terhadap kategori EKOKLAS4 dengan menggunakan informasi tambahan dari hasil ground check
KET_2_2	Text	150	Keterangan verifikasi yang dilakukan	Berisi keterangan verifikasi data VER_2_2: Sudah GC Tidak perlu GC Belum GC
VER_2_3	Text	50	Verifikasi terhadap Klasifikasi Ekosistem 1	Hasil verifikasi (Tahap 2.3) dan perbaikan klasifikasi ekosistem 1: Alami atau Buatan
VER_2_4	Text	150	Verifikasi terhadap Klasifikasi Ekosistem 2	Hasil verifikasi (Tahap 2.4) UPT/UPTD terhadap klasifikasi ekosistem 2: Limnik, Marin, Semi terrestrial, Terrestrial, dan Buatan

Data hasil verifikasi Tuplah UPT/UPTD

Data hasil verifikasi UPT/UPTD secara *on desk*

Data hasil verifikasi UPT/UPTD dengan *groundcheck*

Data hasil verifikasi dan perbaikan UPT/UPTD

Field Name	Type	Size	Value	Field Description
VER_2_5	Text	100	Verifikasi Klasifikasi Ekosistem 3	Hasil verifikasi (Tahap 2.5) UPT/ UPTD terhadap klasifikasi 3: Perairan dalam, Perairan dangkal, Pamah, Pegunungan Bawah, Pegunungan Atas, Sub Alpin, dan Alpin
STAEKOS	Text	50	Status ekosistem	Adakah ekosistem yang sifatnya unik atau khas. Atribut: UNIK, KHAS
Ket_obj	Text	250	Keterangan objek	Deskripsi singkat objek ekosistem yang unik atau khas
LUAS_HA	Double		Dalam hektar	Luas dari poligon tipe ekosistem secara perhitungan calculate geometry

Data hasil inventarisasi objek oleh UPT

Perhitungan GIS

Sudah GC : Sudah dilakukan *groundcheck* (GC)
 Tidak Perlu GC : Verifikasi *on desk* sudah diyakini kebenarannya dan tidak perlu dilakukan GC atau pengecekan lapangan.
 Belum GC : Diyakini harus dilakukan GC/pengecekan lapangan namun belum dilaksanakan pada tahun berjalan (sementara menggunakan data verifikasi secara *on desk*).

10. Skenario Pemecahan Masalah

Beberapa permasalahan dapat muncul saat UPT/UPTD melaksanakan kegiatan inventarisasi dan verifikasi penutupan lahan/open area dan tipe ekosistem, antara lain:

- 1) Tidak mampu mengidentifikasi tipe penutupan lahan, baik dikarenakan kurangnya data pendukung ataupun karena kurangnya kapasitas SDM, anggaran dan sarana dari UPT/ UPTD terkait.
- 2) Tidak mampu menentukan tipe ekosistem secara tepat, termasuk mengidentifikasi penciri atau karakteristik tipe ekosistem sehingga tepat dalam menentukan tipe ekosistem dan mendeliniasi secara spasial, baik dikarenakan kurangnya data pendukung atau kurangnya kapasitas SDM, anggaran dan sarana dari UPT/UPTD terkait.
- 3) Kesalahan dalam penyusunan data spasial penutupan lahan/open area dan tipe ekosistem yang harus dilaporkan melalui e-reporting, dikarenakan kurangnya pemahaman terhadap panduan, minimnya pengetahuan dan kemampuan spasial personil dan keterbatasan perangkat.

Selanjutnya beberapa skenario yang dapat disusun dalam rangka pemecahan permasalahan tersebut antara lain :

- 1) Mendorong penyelesaian analisis berbasis desktop/on desk data tutupan lahan terlebih dahulu, sebelum dilakukan survei lapangan/ground check dan melengkapi data-data pendukung dari hasil-hasil laporan kegiatan lapangan sebelumnya.
- 2) Memaksimalkan penggunaan drone dan/atau citra satelit resolusi sangat tinggi (jika tersedia) untuk menekan biaya dan waktu pelaksanaan survei lapangan (ground check).
- 3) Penyelesaian analisis desktop / on desk tipe ekosistem dilakukan setelah data tutupan lahan selesai dilakukan atau minimal selesai untuk data analisis desktopnya. Data tutupan lahan dapat digunakan sebagai alat bantu penentu karakteristik atau pencari vegetasi dalam menentukan tipe ekosistem.
- 4) Apabila kesulitan menemukan atau mengidentifikasi karakteristik atau pencari fisik, biotik atau keanekaragaman hayati kawasan dalam proses inventarisasi tipe ekosistem. UPT/UPTD dapat menentukan tipe ekosistem berdasarkan kelas ketinggian (pamah/daratan rendah, pegunungan bawah, pegunungan atas atau sub alpin). Sebagai contoh: jika kesulitan memastikan deliniasi batas tipe ekosistem hutan kerangas atau hutan dipterokarpa, maka untuk sementara dapat dikategorikan ekosistemnya berdasarkan ketinggiannya dahulu sampai diperoleh data yang lebih lengkap.
- 5) Penyusunan video tutorial terkait proses penyusunan data spasial untuk membantu keterbatasan pengetahuan dan kemampuan spasial personel UPT/UPTD.
- 6) Mengarahkan UPT/UPTD untuk memaksimalkan penggunaan anggaran dengan pembelian perangkat pendukung yang memadai (laptop spesifikasi GIS, drone, camera trap dan lainnya).

11. Peringatan Kesehatan dan Keselamatan

Pelaksanaan rangkaian kegiatan agar memenuhi syarat-syarat Penerapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) di tempat kerja tertuang dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja dan SNI ISO 45001:2018 Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di antaranya sebagai berikut:

- 1) Mencegah & mengurangi kecelakaan kerja.
- 2) Mencegah, mengurangi & memadamkan kebakaran.
- 3) Memberi jalur evakuasi keadaan darurat.
- 4) Memberi P3K Kecelakaan Kerja.
- 5) Memberi APD (Alat Pelindung Diri) pada tenaga kerja.
- 6) Mencegah dan mengendalikan Penyakit Akibat Kerja (PAK) dan keracunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, A. S., Hamidy, A., Maryanto, I., Lupiyaningdyah, P., Sihotang, V. B. L., Kahono, S., Kartonegoro, A., Ardiyani, M., Sri Mulyaningsih, E., & Kanti, A. 2018. Ekspedisi Sulawesi Barat: Flora, Fauna, dan Mikroorganisme Gandangdewata Jakarta: LIPI Press.
- Asrianny, Catarina Balqis Paweka, Amran Achmad, Ngakan Putu Oka dan Nida' Sari Achmad . 2019. Komposisi Jenis dan Struktur Vegetasi Hutan Dataran Rendah di Kompleks Gunung Bulusaraung Sulawesi Selatan. *Jurnal Perennial* 2019. Vol 15 No.1 : 32-41.
- ANZDEC Consultants Ltd.-AMYTHAS Experts & Associates, PT. 1995. National Conservation Action Plan for Indonesia: A Review and Update of the 1982 National Conservation Action Plan for Indonesia. Prepared for Ministry of Forestry Directorate General of Forest Protection and nature Conservation. Second Forestry Institution and Conservation Project FICP II IBRD/WB Number 3423-IND (Package B-IND 286).
- Barquin, Jose. and Francisco Martinez-Capel. 2011. Preface : Assessment of Physical Habitat Characteristics in Rivers, Implications for River Ecology and Management. *Limnetica*, 30 (2): 159-168.
- Blair John, Jesse Nippert and John Briggs. 2014. Grassland Ecology. Ecology and environment. The Plant Sciences 8. Springer Science.
- Daba, Mekonnen H. dan S.W. Dejene. 2018. The Role of Biodiversity and Ecosystem Services in Carbon Sequestration and its Implication for Climate Change Mitigation. *Internasional Journal of Environmental Science and Natural Resources* Vol 11 Issue 2 – May 2018. Juniper Publisher.
- Day, Trevor. 2008. OCEANS, Revised Edition. Facts On File, Inc. Infobase Publishing.
- Direktorat Perencanaan Kawasan Konservasi/Dit. RKK. 2022. Panduan Pelaksanaan Kegiatan Inventarisasi dan Verifikasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi Secara Partisipatif di Kawasan Konservasi Tahun 2020-2024. Bogor: Direktorat Perencanaan Kawasan Konservasi.
- Ellenberg, Heinz. 1973. versuch einer Klassifikation der Okosysteme nach funktionalen Gesichtspunkten. In Heinz Ellenberg (Ed). *Okosystemforschung Ergebnisse von Symposien der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Gesellschaft flir Angewandte Botanik in Innsbruck*, Juli 1971 Springer Berlin, Heidelberg NewYork.
- Gibson, David. J. 2009. Grasses and Grassland Ecology. Oxford University Press.
- Haeruman, H. 1988. Neraca Lingkungan Hutan. Proceeding Neraca Lingkungan Hutan dan Metodologi Penyusunannya. Kerjasama antara Fakultas Kehutanan IPB dengan Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta, 12 - 13 Januari 1988.

- Hairston Jr, Nelson G. and Gregor F. Fussman. 2014. Lake Ecosystem. John Wiley & Sons, Ltd. www.els.net.
- Hidayati, Nur Annis. 2018. Keberadaan Nepenthes spp Hutan Kerangas Tuing Bagi Serangga. Media Konservasi Vol. 23 No. 3 Desember 2018 : 203 – 309.
- Hilwan, Iwan. 2015. Karakteristik Biofisik Pada Berbagai Kondisi Hutan Kerangas di Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Jurnal Silvikultur Tropika. Vol 06. No 1 April 2015 Hal 59-65.
- Intergovernmental Panel on Climate Change/IPCC (2007) Summary for Policymakers. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change B Metz, OR Davidson, PR Bosch, R Dave, LA Meyer (Eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Irwanto. 2016. Hutan Pantai. Ekosistem Hutan Yang Sering Dilupakan. Jurusan Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Pattimura.
- John, R. J., Edwards, P. J., Utteridge, T. M. A., & Hopkins, H. C. F. 2006. A Guide to the Alpine and Subalpine Flora of Mount Jaya. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2013. Deskripsi Peta Ekoregion Pulau/Kepulauan. Kementerian Lingkungan Hidup, Deputi Tata Lingkungan. Jakarta. Indonesia
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. Deskripsi Peta Wilayah Ekoregion Indonesia. Jakarta: Direktorat Jenderal Planologi Kehutan dan Tata Lingkungan.
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS. 1993. Biodiversity Action Plan for Indonesia (BAP). Jakarta
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS. 2016. Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP) 2015-2020. Jakarta
- Kartawinata, Kuswata. 2013. Diversitas Ekosistem Alami Indonesia: Ungkapan Singkat dengan Sajian Foto dan Gambar. Jakarta: LIPI Press-Yayasan Pustaka Obor Indonesia
- Kartawinata, Kuswata. 2020. Dua Abad Mengungkap Kekayaan Flora dan Ekosistem Indonesia. Pidato pada Sarwono Prawirohardjo Memorial Lecture X, LIPI, Jakarta 23 Agustus 2010. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.8/MENLHK/SETJEN/PLA.3/1/2018 tentang Penetapan Wilayah Ekoregion. Skala 1:500.000.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.1272/MENLHK/SETJEN/PLA.3/12/2021 tentang Penetapan Karakteristik Bentangalam Dan Karakteristik Vegetasi Alami Peta Wilayah Ekoregion Indonesia Skala 1:250.000.

- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 168/Menlk/PKTL/PLA.1/2/2022 tentang Indonesia's Forestry and Other Land Use (FOLU) Net Sink 2030 untuk Pengendalian Perubahan Iklim.
- Keputusan Direktur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem nomor SK.99/KSDAE/SET.3/KSA.0/4/2022 tentang Nomor Register Kawasan Suaka Alam, Kawasan Pelestarian Alam dan Taman Buru.
- Leveque, Christian. 2001. Lake and Pond Ecosystems. Encyclopedia of Biodiversity, Volume 3. Academic Press.
- Naiman, Robert J. And Henri Decamps. 1997. The Ecology of Interfaces : Riparian Zones. Annu. Rev. Ecol Syst. 28 : 621-58.
- Nasrudin, Anwar dan Parikesit. 2020. Analisis Vegetasi Karst di Kawasan Kampus Universitas Padjajaran Cintaratu, Pangandaran, Jawa Barat. PROS SEM NAS MASY. BIODIV INDON. Volume 6 Nomor 1, Juni 2020 Hal : 493 – 500.
- Onrizal, Cecep Kusmana, Bambang Hero Saharjo, Iin Parwati Handayani, dan Tsuyoshi Kato. 2005. Komposisi Jenis dan Struktur Hutan Kerangas Bekas Kebakaran di Taman Nasional Danau Sentarum, Kalimantan Barat. BIODIVERSITAS Volume 6 Nomor 4 Hal : 263 – 265.
- Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan Dan Tata Lingkungan Nomor 11/PKTL/PDLKWS/OTL.0/12/2018 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Peta Wilayah Ekoregion Petunjuk Teknis Penyusunan Peta Wilayah Ekoregion.
- Resosoedarrno, S., K. Kartawinata dan A. Soegiarto. 1986. Pengantar Ekologi. remaja Karya CV, Bandung.
- Santosa, Yanto. 1995. Konsep Ukuran Keanekaragaman Hayati Hutan Tropika Indonesia. Bahan Kuliah Pelatihan Teknik Pengukuran dan Monitoring Biodiversity Hutan Tropika. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor. Tidak diterbitkan.
- Santosa, Yanto. Diversitas dan Tipologi Ekosistem Hutan yang Perlu Dilestarikan. Prosiding Simposium Penerapan Ekolabel Hutan. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/26347>. Diunduh tanggal 16 Juni 2023.
- Van Steenis, CGGJ. 2006 (terj.) Flora Pegunungan Jawa. Bogor: LIPI
- Tabunan, Parlindungan. 2009. Penyimpanan Karbon Dalam Ekosistem Hutan Sebagai Dasar Perhitungan Karbon Bumi. E-Journal Analisis Kebijakan Kehutanan. Vol. 6 No. 3 (2009) yang diunduh dari situs: <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JAKK/article/view/2280>.

Watuwaya, Bogarth K., Jasmal A. Syamsu, Budiman dan Daniel Useng . 2022. Forage Productivity in Native Grasslands of Harahu Sub-District, East Sumba District, Indonesia. BIODIVERSITAS Volume 23 Number 3, March 2022. Page : 1361-1367.

Widjaja, E. A, Yayuk Rahayuningsih, Joeni Setijo Rahajoe, Rosichon Ubaidillah, Ibnu Maryanto, Eko Baroto Walujo, Gono Semiadi. 2014. Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia. Jakarta: LIPI Press.

Widyastuti, Dwi Endah. 2010. Tipologi Hutan Hujan Dataran Rendah. Dep. Kehutanan, Fak. Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

LAMPIRAN

Lampiran 1 | Tabel Penciri Tipe Ekosistem Alami

No	Tipe Ekosistem	Ketinggian	Karakter tanah
a.1.	Ekosistem Marin		
a.1.1.	Perairan Dalam (Oseanik)	Ekosistem ini berada pada kedalaman lebih dari 200 meter.	
a.1.2.	Perairan Dangkal		
a.1.2.1.	Neritik	Ekosistem ini berada pada kedalaman 200 meter hingga 0 mdpl atau hingga batas antara daratan dan perairan.	
a.1.2.2.	Terumbu Karang	Ekosistem ini berada pada kedalaman 200 meter hingga 0 mdpl atau hingga batas antara daratan dan perairan atau berada di ekosistem neritik.	
a.1.2.3.	Padang Lamun	Ekosistem ini berada pada kedalaman 200 meter hingga 0 mdpl atau hingga batas antara daratan dan perairan atau berada di ekosistem neritik.	

	Jenis tumbuhan	Karakter Khusus
		<ul style="list-style-type: none"> • Cahaya matahari tidak tembus ke dasar • Keadaan lingkungan laut dalam sangat gelap dan dipastikan hampir tidak ada proses fotosintesis • Air di permukaan tidak dapat bercampur dengan air di bawahnya karena perbedaan suhu • Fauna: warna pucat, mata peka dan mengeluarkan cahaya • Organisme yang tahan dengan kadar oksigen yang sangat minim, tekanan hidrostatik yang tinggi, temperatur air yang rendah, dan lingkungan yang gelap
	<p>Jenis tumbuhan yang dapat dijumpai pada ekosistem ini umumnya didominasi oleh berbagai jenis alga, rumput laut (Kistinnah & Lestari 2009)</p>	<p>Karakteristik khusus ekosistem neritik antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • bagian dasar dapat ditembus cahaya matahari (landasan sublitoral) • Selain alga dan rumput laut juga didominasi plankton, nekton, neston, dan bentos • Tidak terdapat dominasi terumbu karang atau lamun.
	Rumput laut (makro alga)	<p>Dihuni berbagai tipe karang (karang keras, lunak) dan gorgonian.</p>
	Jenis lamun	<ul style="list-style-type: none"> • Eksistem laut dangkal paling produktif • Siklus hara paling efektif • Terdapat biota yang berasosiasi dengan lamun • Substrat pasir, batu

No	Tipe Ekosistem	Ketinggian	Karakter tanah
a.2.	Ekosistem Limnik		
a.2.1.	Ekosistem Danau	<p>Ekosistem danau dapat dijumpai pada ketinggian 0 meter diatas permukaan laut hingga ketinggian 4.000 mpdl atau pada ekosistem alpin.</p> <p>Contoh :</p> <p>Danau tertinggi di dunia terdapat di Nepal (Danau Tilicho) yaitu pada ketinggian 4.919 mdpl dan danau tertinggi di Indonesia adalah Danau Toba, Sumatera Utara pada ketinggian 900 mdpl.</p>	<p>Karakter tanah ekosistem danau pada umumnya merupakan hasil sedimentasi dari sungai atau daratan sekitarnya</p>
a.2.2.	Ekosistem Sungai	<p>Ekosistem sungai dapat dijumpai pada berbagai strata ketinggian mulai dari 0 meter diatas permukaan laut hingga ketinggian 2.400 meter atau di daerah pegunungan atas bahkan mungkin dapat dijumpai pada ketinggian di atas 2.400 mdpl.</p> <p>Contoh salah satu sungai tertinggi di Indonesia adalah Sungai Baliem (Papua) yang bersumber dari Pegunungan Jayawijaya dengan ketinggian 1.600 – 2.000 mdpl.</p>	<p>Karakter tanah pada ekosistem sungai sangat bervariasi, namun secara umum mengandung banyak variasi sedimen berupa lumpur, pasir atau lempung yang sangat tergantung pada asupan atau suplai sedimen dari aliran sungai dan akibat faktor erosi sungai dan daratan disekitarnya.</p>

Jenis tumbuhan	Karakter Khusus
<p>Jenis tumbuhan yang dapat dijumpai pada ekosistem danau antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tumbuhan yang tumbuh di dalam air • Tumbuhan terapung dan mengambang dipermukaan air • Tumbuhan riparian atau tepian danau • Tumbuhan yang terapung bebas di atas permukaan air 	<ul style="list-style-type: none"> • Ekosistem danau memiliki karakter khusus antara lain : • badan air alami berukuran besar yang dikelilingi oleh daratan dan tidak berhubungan dengan laut, atau bisa berupa cekungan yang terjadi karena peristiwa alam yang kemudian menampung dan menyimpan air hujan, mata air, rembesan, dan/atau air sungai (KLH 2010) • Ada tipe ekosistem danau yang terkoneksi dengan sistem aliran sungai atau relatif tidak dipengaruhi aliran sungai/air. Umumnya sumber air berasal dari runoff permukaan, air tanah dan air hujan. • Danau yang berada pada daratan tinggi atau gunung atau pegunungan memiliki dasar yang relatif dalam dan stabil, disebut Danau Tektonik. • Danau yang berada di daratan rendah, umumnya dangkal serta cenderung mengalami pendangkalan akibat pelumpuran atau tumbuhnya tanaman air invasif, disebut Danau Genangan Banjir.
<p>Jenis tumbuhan pada ekosistem sungai sangat bervariasi, antara lain :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Jenis tumbuhan air yang tumbuh di bawah permukaan air b. Jenis tumbuhan yang tumbuh berdekatan atau pada area riparian c. Jenis tumbuhan yang terapung di permukaan air sungai d. Jenis tumbuhan yang tumbuh di dasar sungai hingga ke permukaan sungai. e. Jenis-jenis tumbuhan sangat tergantung pada lokasi ekosistem sungai tersebut. 	<p>Karakter khusus dari ekosistem sungai antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • massa air yang mengalir dalam jumlah banyak dan berukuran panjang, mengalir secara linier dan searah namun bentuk alirannya tidak seragam tergantung pada ketinggian dan bentuk lansekapnya • pada daerah hulu arus airnya lebih kecil, alirannya deras, • mengalir ke sungai berukuran sedang, lalu ke jaringan sungai yang lebih besar. • berdasarkan kecepatannya dapat dibedakan menjadi sungai arus deras, arus sedang, dan arus lemah • berdasarkan keadaan fisik dapat dibedakan menjadi sungai berbatu, sungai berpasir atau sungai berlumpur • Air sungai yang bergerak lebih cepat: konsentrasi oksigen terlarut yang lebih besar, menyebabkan keanekaragaman hayati lebih besar daripada air kolam yang bergerak lambat. • Faktor lingkungan yang memengaruhi kualitas dan kuantitas air sungai bergantung pada beberapa hal antara lain: (1) aliran sungai; (2) cahaya matahari; (3) suhu; (4) substrat; (5) unsur kimia yang bergantung pada lingkungan sekitarnya • merupakan koridor memanjang dari hulu sampai hilir yang panjangnya dapat sampai berpuluh atau ratusan kilometer

No	Tipe Ekosistem	Ketinggian	Karakter tanah
a.3.	Ekosistem Semi Terrestrial		
a.3.1.	Ekosistem Mangrove	Ekosistem mangrove terletak di daratan rendah mulai dari batas perairan laut dangkal hingga ketinggian 5 meter diatas permukaan laut dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut.	<ul style="list-style-type: none">• Pada ekosistem mangrove karakter tanahnya berupa substrat lumpur dengan kandungan garam yang tinggi atau memiliki tekstur tanah lempung.• Substrat juga berpengaruh besar karena tipe substrat akan berpengaruh terhadap jenis mangrove dan kerapatan individu. Tekstur substrat liat / clay akan membentuk formasi vegetasi mangrove yang lebih rapat.

Jenis tumbuhan	Karakter Khusus
<p>Umumnya didominasi jenis-jenis seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rhizophora - Avicenna - Sonneratia - Bruguiera <p>Ada juga yang ditumbuhi nipah, Xilocarpus dan Ceriops</p> <p>Vegetasi penyusun mangrove memiliki sistem perakaran yang khas merupakan modifikasi akar, yaitu: akar tunjang, akar napas, akar lutut, akar papan, atau banir.</p> <p>Kawasan Mangrove yang lebih ke arah laut :</p> <ul style="list-style-type: none"> • didominasi oleh Avicennia yang biasanya bersama-sama dengan Sonneratia (Sonnertiaceae). • Di belakang Avicennia terdapat mintakat yang ditumbuhi oleh bakau Rhizophora (Rhizophoraceae). <p>Kawasan Mangrove yang Ke arah darat :</p> <ul style="list-style-type: none"> • mintakat di belakang Rhizophora ditumbuhi oleh Bruguiera (Rhizophoraceae). Pohon ini hidup pada substrat yang lebih keras, seperti tanah liat. <p>Kawasan mangrove yang berbatasan daratan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • yang umum dijumpai adalah Ceriops (Rhizophoraceae) yang bercampur dengan semak belukar. Pohon Ceriops dapat tumbuh saling tumpang tindih dengan Bruguiera 	<p>Ekosistem mangrove memiliki karakteristik khusus antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • dipengaruhi aliran air tawar dan genangan air laut secara periodik atau pasang surut • dipengaruhi sedimentasi dari daratan atau pelumpuran • perpaduan intrusi air sungai / tawar dan air laut • umumnya berada di daerah yang tidak terkena gelombang atau gelombang yang tidak besar • pada umumnya jenis tumbuhannya adalah dari jenis mangrove, baik yang asli, ataupun ikutan, karena mangrove dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang spesifik dengan pengaruh dari wilayah terestrial dan laut.

No	Tipe Ekosistem	Ketinggian	Karakter tanah
a.3.2.	Ekosistem Riparian	Dapat dijumpai pada ketinggian 0 meter hingga 2.000 meter di atas permukaan laut, bahkan lebih tinggi tergantung lokasi sungai atau area akuatiknya	<ul style="list-style-type: none">• Jenis tanahnya sangat dipengaruhi oleh sedimentasi dari sungai atau area akuatik sekitarnya dan frekuensi tergenangnya dan dipengaruhi oleh faktor erosi dan deposisi tanah dari daratan di atasnya.• Tanah di riparian cenderung lebih basah dan sangat tergantung pada fluktuasi permukaan air tanah.

Jenis tumbuhan	Karakter Khusus
<ul style="list-style-type: none"> • Tumbuhan beradaptasi dengan perairan dan arus kencang • Memiliki keragaman tanaman yang cukup tinggi • Memiliki jenis dan kepadatan yang berbeda dengan jenis dan kepadatan vegetasi di daratan (upland). • Umumnya kombinasi tanaman berkayu, herba dan semak karena pengaruh secara periodik atau permanen perubahan area tergenang airnya, yang membedakan dengan jenis vegetasi di daratan atasnya yang relatif lebih kering. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perpaduan lingkungan perairan dan daratan • Lahan basah yang berbatasan dengan sungai atau akuatik dan daratan. • Deliniasi : Berbatasan dengan sungai (akuatik) di satu sisi, dan di sisi lainnya berbatasan dengan vegetasi daratan di atasnya. • Berada di tepi sungai dicirikan dengan Tumbuhan pada mintakat ini adalah yang mudah beradaptasi dengan perairan dan arus yang kencang, misal tumbuhan bersifat hidrofilik dan reofitik (tumbuhan yang hidup di arus air deras. • Ekosistem riparian penting sebagai biofilter alami untuk melindungi lingkungan akuatik dari sedimen berlebihan untuk menjaga kualitas air sungai dan mengatur suhu air sungai. • Wilayah riparian menghubungkan satwa di daerah hilir dengan daerah hulu sungai. • Ekosistem riparian di wilayah yang datar dengan aliran sungainya yang lambat dan badan sungai yang melebar akan ditumbuhi pohon dengan tajuk yang tidak saling menutup. • Bagian muara umumnya yang aliran arusnya lambat, spesies tumbuhan yang berkembang umumnya bukan berupa vegetasi riparian melainkan mulai berseling dengan vegetasi rawa. • Pada kondisi tanah/komposisi sedimen yang subur maka pohon yang tumbuh akan menjadi besar dan tinggi sehingga disebut juga hutan riparian. • Satu bentuk lain vegetasi riparian di daerah kering adalah hutan galeri. Huta ini merupakan wilayah-wilayah sempit yang selalu hijau yang tumbuh di sepanjang aliran sungai di antara hamparan hutan musim, savana atau padang rumput di wilayah beriklim kering seperti di Nusa Tenggara.

No	Tipe Ekosistem	Ketinggian	Karakter tanah
a.4.	Ekosistem Terrestrial (Darat)		
a.4.1.	Ekosistem pamah/Daratan rendah		
a.4.1.1.	Hutan pamah / daratan rendah	Ekosistem ini berada pada ketinggian 0 meter hingga 1.000 meter diatas permukaan laut.	<ul style="list-style-type: none"> • Umumnya memiliki karakteristik kaya bahan organik, struktur tanahnya baik, bervariasi tingkat keasaman tanahnya, mampu menyimpan air dan memiliki permeabilitas air yang tinggi. • Jenis tanah yang umum dijumpai bervariasi seperti podsolik, aluvial, latosol dan greysol.
a.4.1.2.	Hutan Pantai	Ekosistem ini berada pada ketinggian 0 meter hingga 1.000 meter diatas permukaan laut.	<p>Jenis tanahnya dipengaruhi oleh karakteristik pantainya, antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantai berbatu didominasi oleh batuan karang • Pantai berpasir didominasi tutupan pasir • Pantai berlumpur atau berawa, umumnya bersifat lempung <p>Hutan pantai dengan substrat berbatu dapat ditemukan di beberapa daerah, seperti di selatan Jawa, sebagian pantai barat Sumatra, Bali, Nusa Tenggara, Maluku, dan pulau-pulau kecil yang tersebar di seluruh Indonesia.</p>
a.4.1.3.	Hutan Dipterokarpa	Hutan dipterokarpa umumnya dijumpai pada daratan rendah di ketinggian 0 sampai 1.500 mdpl	Umumnya karakter tanahnya berupa podsolik merah atau kuning dan latosol.

Jenis tumbuhan	Karakter Khusus
<ul style="list-style-type: none"> • pohon memiliki dbh >100 cm dan tinggi mencapai 45 m • Pohon mencuat, pohon dengan akar papan/banir yang besar • Didominasi jenis Non Dipterocarpaceae 	<ul style="list-style-type: none"> • Lapisan kanopi di hutan pamah dapat dibedakan menjadi empat atau lima lapis • Umumnya beragam jenis pohon yang rapat/lebat, selalu hijau.
<p>Tumbuhan yang umum dijumpai antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umumnya terbagi menjadi 2 formasi yaitu <i>Barringtonia</i> dan <i>Pescaprae</i> • Pantai berawa atau berlumpur umumnya didominasi jenis jelutung, nipah, nibung, sagu dan medang • Tumbuhan yang menyusun tipe vegetasi ini memiliki sistem perakaran yang dalam dan toleran terhadap kadar garam tinggi, tahan terhadap tiupan angin dan suhu tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> • Terletak di Kawasan litoral • Dipengaruhi pasang surut air laut tapi tidak digenangi air laut, angin dan umumnya kawasan berpasir atau batuan karang • Ekosistem pantai ini tidak dipengaruhi langsung oleh masukan air tawar • Pada umumnya tumbuhan penyusun ekosistem hutan pantai merupakan spesies yang tergolong mangrove asosiasi yang dapat ditemukan hingga ke wilayah daratan. • Umumnya formasi vegetasi pantai di Indonesia ada 3 yaitu: Formasi <i>Pescaprae</i>, formasi pantai berbatu dan formasi sand dune. • Hutan pantai sering disebut sebagai formasi <i>Barringtonia</i> karena didominasi oleh jenis <i>Barringtonia asiatica</i> yang biasanya ditemukan di belakang formasi <i>Pescaprae</i> dan <i>Barringtonia racemosa</i> di belakang mangrove.
<ul style="list-style-type: none"> • didominasi oleh jenis-jenis pohon Dipterocarpaceae seperti meranti (<i>Shorea</i> spp.), keruing (<i>Dipterocarpus</i> spp.), dan kamper (<i>Dryobalanops</i> spp.) • Memiliki 4-5 lapis kanopi. Lapisan utama kanopi hutan umumnya terdiri atas jenis anggota Dipterocarpaceae dan Sapotaceae. • Lapisan bawah kanopi (understorey) terdiri atas jenis-jenis Lauraceae, Meliaceae, dan Sapotaceae, sedangkan lapisan di bawahnya berupa pohon kecil dan jenis semak dari suku Euphorbiaceae dan Rubiaceae. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hutan dipterocarpaceae campuran, sesuai dengan namanya merupakan hutan yang didominasi oleh spesies pohon dari famili Dipterocarpaceae. • Biasanya ditemukan di hutan pamah pada ketinggian antara 0-1.000 m dpl • Tipe hutan ini memiliki tiga sampai empat lapisan tajuk, dengan penciri adanya pohon mencuat (emergent tree) yang dapat mencapai tinggi 50 m. • Dipterocarpaceae sebagai penciri tipe ekosistem hutan dipterocarpaceae memiliki karakteristik batang lurus, kadang berbanir dengan kanopi seperti payung. • Jenis dipterocarpaceae memiliki bunga berukuran kecil dan buah bersayap, umumnya dengan dua sayap berukuran besar dan tiga sayap kecil

No	Tipe Ekosistem	Ketinggian	Karakter tanah
a.4.1.4.	Kerangas	Dataran rendah di ketinggian 0 sampai 1.000 mdpl	<ul style="list-style-type: none">• Kandungan unsur hara tanah minim• pH tanah rendah• tanah podsol dan pasir kuarsa
a.4.1.5.	Hutan Rawa		<ul style="list-style-type: none">• Tumbuh pada habitat tanah alluvial dengan aerasi buruk
a.4.1.6.	Rawa/Gambut	Rawa / Gambut dapat dijumpai pada dataran rendah hingga pegunungan atau pada ketinggian 0 meter hingga 4.	<ul style="list-style-type: none">• Lebih dari 65% disusun oleh bahan organik• Substrat memiliki pH dan unsur hara rendah

Jenis tumbuhan	Karakter Khusus
<ul style="list-style-type: none"> • Pepohonan memiliki daun kecil dan agak tebal, umumnya jenis Melostamataceae, Apocynaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Rubiaceae dan Verbenaceae • Dapat berupa kerangas padang atau kerangas asosiasi • Seringkali dijumpai Nepenthes 	<ul style="list-style-type: none"> • Hutan kerangas biasanya tumbuh di tanah podsol, tanah pasir, dan masam, berasal dari bahan induk batuan yang mengandung silica. • Kandungan unsur hara tanah di hutan kerangas sangat miskin, dengan pH tanah yang rendah • Ukuran daun jenis tumbuhan di hutan kerangas biasanya berukuran kecil, tebal, kaku, dan keras (scleromorphic) dan toleran terhadap tanah yang miskin hara dan asam. • Stratifikasi pohon terdiri atas satu atau dua lapis dengan tinggi sekitar 4,5–9 m yang terdiri atas pepohonan berukuran kecil atau anakan jenis pohon dengan jumlah yang banyak.
<p>Tumbuhan penyusun ekosistem hutan rawa bervariasi dari yang berupa rerumputan, palem dan pandan, sampai berupa pepohonan menyerupai hutan pamah</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hutan rawa tumbuh dan berkembang pada habitat tanah aluvial dengan aerasi buruk karena tergenang terus menerus ataupun secara periodik. Di sebagian daerah pinggiran sungai, pada musim hujan air sungai meluap dan menggenangi hutan yang ada di sekitarnya sehingga terbentuk hutan rawa musiman. Tumbuhan penyusun ekosistem hutan rawa bervariasi dari yang berupa rerumputan, palem dan pandan, sampai berupa pepohonan menyerupai hutan pamah. Umumnya hutan rawa yang tergenang permanen karena adanya pengaruh pasang surut sehingga ada kalanya komponen jenis penyusunnya tercampur jenis mangrove seperti nipah (<i>Nypa fruticans</i>) bersama sagu (<i>Metroxylon sagu</i>) yang mendominasi ekosistem ini. • Ekosistem rawa selalu tergenang air • Bila berbatasan dengan umumnya tergenang musiman <p>Terdapat juga rawa yang dipengaruhi pasang surut</p>
<p>Jenis tumbuhan yang hidup di ekosistem hutan rawa gambut merupakan jenis yang mampu beradaptasi khusus untuk hidup di lingkungan yang lembab dan berair. Beberapa jenis memiliki akar yang sangat panjang dan dapat menembus lapisan gambut yang dalam untuk mencapai air tanah yang lebih dalam. Jenis-jenis yang dapat dijumpai antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sphagnum</i> sp. • <i>Eucalyptus deglupta</i> • <i>Pandanus</i> sp. • <i>Melaleuca cajuputi</i> • <i>Nypa fruticans</i> 	<p>Ciri Ekosistem hutan Gambut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hutan yang berkembang di tanah gambut, terbentuk dari materi organik menjadi gambut. • Hutan gambut penyimpan karbon tertinggi. • Jumlah jenis tumbuhan di hutan gambut umumnya lebih rendah dari tipe ekosistem hutan daratan lainnya. • Tanah hutan gambut, pH tanah menyebabkan tanah gambut menjadi tidak subur. • Air tanah di hutan gambut tinggi, dan berwarna coklat

No	Tipe Ekosistem	Ketinggian	Karakter tanah
a.4.1.7.	Savana	Savana dapat dijumpai pada daratan rendah hingga pegunungan atas atau sub alpin (0 sampai 4.000 mdpl).	Bervariasi antara mediterania merah atau kuning, Litosol, Regosol atau Andosol
a.4.1.8.	Padang Rumput	Dapat dijumpai mulai dari area pantai hingga pegunungan atas atau sub alpin (0 - 4.500 mdpl)	Umumnya didominasi jenis tanah Mollisol yaitu tanah subur berwarna gelap atau hitam pada horison atasnya dengan kandungan organik tinggi.
a.4.1.9.	Karst	Dapat dijumpai mulai dari area pantai hingga pegunungan atas atau sub alpin (0 - 4.500 mdpl) Formasi karst dapat berupa gua atau aliran sungai bawah tanah yang mungkin saja berada di bawah 0 mdpl.	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis tanah yang dijumpai di daerah karst antara lain: latosol atau tanah lempung. • Tipe batuan yang sering dijumpai adalah batuan gamping, kapur atau dolomit atau gipsum.

Jenis tumbuhan	Karakter Khusus
<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat semak belukar dan pepohonan dengan kerapatan rendah • Pohon umumnya kecil dan pendek Keanekaragaman vegetasi relatif rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah pohon di kawasan savana tidak banyak, dan menyebar di beberapa tempat berasosiasi dengan rumput • Savana berada di daratan rendah atau wilayah pegunungan • Pohon umumnya mempunyai ketinggian yang rendah sekitar 10 m • Batang utama dari pohon di savana cenderung bengkok
<ul style="list-style-type: none"> • Ditutupi oleh hamparan rumput • Tidak terdapat pohon • Ditandai dengan tutupan tumbuhan rerumputan atau vegetasi kelompok gramineae. <p>ekosistem terestrial di mana tanaman herba abadi adalah produsen utama, yang merupakan istilah umum untuk komunitas tanaman yang tahan kekeringan abadi, tahan suhu rendah dan didominasi rumput</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Area terbuka yang ditutupi oleh tumbuhan rumput atau vegetasi rerumputan dengan lanskap sedikit pohon atau semak. • Kawasan yang ditumbuhi rumput dan tumbuhan non berkayu lainnya • Ekosistem yang didominasi oleh jenis rumput rerumputan, baik di wilayah daerah basah ataupun kerin, yang tersebar di daratan rendah, atau wilayah pegunungan rendah atau pegunungan atas.
<p>Kelompok tumbuhan yang mungkin dapat dijumpai di ekosistem karst antara lain berasal dari Famili Lycopodiaceae, Cyatheaceae, Polypodiaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Podocarpaceae, Malvaceae, dan Piperaceae serta jenis-jenis tanaman yang ditanam manusia didominasi oleh jati, mahoni, sengon, dan kayu putih (Faida et al. 2018).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat gua yang bentuk dan tipenya beragam, aliran sungai atau tebing • Vegetasi di ekosistem ini merupakan jenis-jenis yang dapat beradaptasi pada lingkungan dengan kadar kalsium yang tinggi dan tahan kekeringan. • Jenis tumbuhannya umumnya berdiameter kecil dan tidak terlalu tinggi • Biasanya terdapat gua-gua dan bukit-bukit yang terbentuk pada ekosistem ini biasanya menjadi tempat tinggal bagi tumbuh-tumbuhan dan hewan, • Kawasan ekosistem ini mempunyai kemampuan menyerap dan menangkap air hujan dalam jangka waktu yang lama

No	Tipe Ekosistem	Ketinggian	Karakter tanah
a.4.2.	Ekosistem Pegunungan Bawah		
	Hutan Pegunungan Bawah	Dijumpai pada ketinggian mulai 1.000 hingga 1.500 m dpl	<p>Karakter tanah pada ekosistem ini umumnya tanah bersolum tebal, berwarna merah kekuningan hingga coklat.</p> <p>Tanah pada ekosistem pegunungan relatif rendah unsur hara dan memiliki tingkat keasaman tinggi.</p> <p>Jenis-jenis tanah yang dapat dijumpai antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanah Regosol • Tanah Podsol • Tanah Aluvial • Tanah Litosol • Tanah Andosol • Tanah Latosol • Tanah Gambut • Tanah Humus • Tanah Mediteran • Tanah Vulkanik
a.4.3.	Ekosistem Pegunungan Atas		
	Hutan Pegunungan Atas	Dijumpai pada ketinggian mulai 1.500 hingga 2.400 mdpl	<p>Karakter tanah pada ekosistem ini umumnya tanah bersolum tebal, berwarna merah kekuningan hingga coklat.</p> <p>Tanah pada ekosistem pegunungan relatif rendah unsur hara dan memiliki tingkat keasaman tinggi.</p> <p>Jenis-jenis tanah yang dapat dijumpai antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanah Regosol • Tanah Podsol • Tanah Aluvial • Tanah Litosol • Tanah Andosol • Tanah Latosol • Tanah Gambut • Tanah Humus • Tanah Mediteran • Tanah Vulkanik

	Jenis tumbuhan	Karakter Khusus
	<ul style="list-style-type: none"> • didominasi oleh pohon tinggi, misalnya suku Fagaceae dan Lauraceae • Liana dan epifit suku Leguminosae, Rubiaceae, dan Orchidaceae masih dapat ditemukan • Suku tumbuhan lain yang dapat ditemukan menyusun komunitas hutan pegunungan bawah adalah Annonaceae, Apocynaceae, Araceae, Asclepiadaceae, Burmanniaceae, Connaraceae, Cucurbitaceae, Menispermaceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae, Palmae, Papilionaceae, Rhamnaceae, Sapindaceae, Thymelaeaceae, Vitaceae, dan Zingiberaceae 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendahnya suhu menyebabkan terhambatnya pertumbuhan pohon sehingga cenderung pendek (10-30 m), dan bercabang, dunnya kecil dan diameter juga kecil. • Karena suhu rendah dan kelembapan yang tinggi maka dijumpai juga jenis jenis lumut, pakis yang menempel di pohon. • Hutan pegunungan tersebut apabila diamati akan terlihat tajuk pohon yang tidak terlalu tinggi, dan umumnya mempunyai ketinggian yang seragam dengan tidak adanya pohon yang emergent (mencuat) • Lantai hutannya lembap, dingin dan basah ditumbuhi lumut yang cukup tebal
	<ul style="list-style-type: none"> • Tajuk hutan yang rendah, batang lebih ramping • Berkurangnya liana dan melimpahnya epifit, lumut, dan tumbuhan paku • Anggota suku Ericaceae, seperti Rhododendron, Vaccinium, dan Gaultheria serta jenis lain seperti Aristatus piperata dan Phyllocladus hypophyllus <p>kadang-kadang dijumpai mozaik rawa lumut (lantai hutannya ditutupi oleh lumut Sphagnum)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tajuk hutan rendah, batangnya kecil dan ramping, • Jenis-jenis tumbuhan yang umum ditemukan di hutan ini adalah anggota suku Ericaceae, • Pohonnya ditumbuhi lumut yang cukup tebal

No	Tipe Ekosistem	Ketinggian	Karakter tanah
a.4.4.	Ekosistem Sub Alpin		
	Hutan Sub Alpin	Dijumpai pada ketinggian mulai 2.400 hingga 4.000 mdpl	habitat yang miskin hara dan jenis tanah berbatu (litosol).
a.4.5.	Ekosistem Alpin	Dijumpai pada ketinggian di atas 4.000 mdpl	Tanah mineral alkalin

Sumber:

Kartawinata (2013); Widjaya, et.al. (2014); Achmadi. et.al. (2016); Santosa; BAPPENAS (2016); John et.al. (2006); Asriani et.al. (2019); Barquin dan Capel (2011); Blair et.al. (2014); Day (2008); Gibson (2009); Hairston dan Fusman (2014); Hidayati (2018); Hilwan (2015); Irwanto (2016); Leveque (2001); Naiman (1997); Nasrudin (2020); Onrizal (2005); Watuwaya (20220, Widyastuti (2010).

Jenis tumbuhan	Karakter Khusus
<ul style="list-style-type: none"> • Pohon berukuran kecil (kerdil, sekitar 15 m) • Hanya membentuk 2 lapisan kanopi hutan • Jarang ditumbuhi jenis herba • Kadang dijumpai jenis tumbuhan edelweis atau rododendron. 	<ul style="list-style-type: none"> • Area ini dipenuhi dengan jenis tanaman tundra, semak, dan lumut. • Ketinggian pohon yang maksimal hanya 15 m, terdapat 2 lapisan kanopi • Ekosistem ini dapat tumbuh di tanah yang tertutup ataupun yang terbuka berupa batu gamping terbuka. • Jenis tumbuhannya mempunyai kemampuan daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem.
<ul style="list-style-type: none"> • Jenis-jenis berkategori semak dengan tipe vegetasi padang rumput, kerangas, dan tundra • Vegetasi padang rumput pendek (pada ketinggian 4.200 m dpl) didominasi oleh rumput-rumputan jenis <i>Agrostis infirma</i>, <i>Calamagrostis brassii</i>, <i>Anthoxanthum horsfieldii</i> var. <i>angustum</i>, <i>Rytidosperma oreoboloides</i>, dan <i>Poa callosa</i>. Lantai hutan tertutup lumut, terutama <i>Racomitrium crispulum</i>, <i>Frullania reimersii</i>, • Vegetasi semak kerangas kerdil menempati puncak punggung gunung dan lereng pada ketinggian lebih dari 4.200 m dpl yang dipengaruhi pergerakan es neoglasial. • Komunitas ini terdiri atas hamparan semak hingga setebal 200 cm yang umumnya terdiri atas <i>Styphelia suaveolens</i>, <i>Tetramolopium klosii</i>, <i>T. piloso-villosum</i>, kadang kala <i>Coprosma brassii</i>, semak <i>Senecio</i> sp., dan <i>Rytidosperma oreoboloides</i>. • Ditumbuhi jenis Edelweis, rododendron, paku <i>Polystichum cheilanthoides</i>, <i>Equisetum ramosissimum</i> • Jenis-jenis lumut utama di antaranya adalah <i>Breutelia aristivolia</i>, <i>Epilobium detznerianum</i>, <i>Gnaphalium breviscapum</i>, <i>Plantago aundensis</i>, dan <i>Ranunculus</i> spp. 	<ul style="list-style-type: none"> • Area ini dipenuhi dengan jenis tanaman tundra, semak, dan lumut. • Pohonnya tidak terlalu tinggi • Jenis yang mempunyai kemampuan daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem • Pada ketinggian di Puncak yang paling tinggi hanya ditumbuhi ganggang salju

Lampiran 2 | Persebaran Tipe Ekosistem Alami Indonesia

NO	Tipe Ekosistem	Sumatera	Kalimantan	Jawa	Sulawesi	Bali Nusa Tenggara	Papua
1.	Oseanik	√	√	√	√	√	√
2.	Neritik	√	√	√	√	√	√
3.	Terumbu karang	√	√	√	√	√	√
4.	Padang lamun	√	√	√	√	√	√
5.	Ekosistem Danau	√	√	√	√	√	√
6.	Ekosistem Sungai	√	√	√	√	√	√
7.	Ekosistem Mangrove	√	√	√	√	√	√
8.	Ekosistem Riparian	√	√	√	√	√	√
9.	Hutan pamah/daratan rendah	√	√	√	√	√	√
10.	Hutan Pantai	√	√	√	√	√	√
11.	Hutan Dipterokarpa	√	√				
12.	Hutan Kerangas	√	√	√	√	√	√
13.	Hutan Rawa	√	√	√	√	√	√
14.	Rawa/Gambut	√	√		√		√
15.	Savana	√	√	√	√	√	√
16.	Padang rumput	√	√	√	√	√	√
17.	Karst	√	√	√	√	√	√
18.	Pegunungan Bawah	√	√	√	√	√	√
19.	Pegunungan Atas	√	√	√	√	√	√
20.	Sub Alpin	√	√	√	√	√	√
21.	Alpin						√

Sumber: IBSAP 2023 Inprep dengan penyesuaian





Kementerian
Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Republik Indonesia