



PEDOMAN PENENTUAN AREAL KAJIAN, PENYIAPAN *serta* TEKNIK ANALISIS DATA DAN INFORMASI

**Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi
di Luar KSA, KPA dan TB**



***Pedoman Penentuan Areal
Kajian, Penyiapan serta
Teknik Analisis Data dan
Informasi Kawasan dengan
Nilai Keanekaragaman Hayati
Tinggi di Luar Kawasan Suaka
Alam (KSA), Kawasan
Pelestarian Alam (KPA), dan
Taman Buru (TB)***

Penyusun

Suryanta Bayuaji, Wenda Yandra
Komara, Rudiono, Rachmad
Budiyanto, I Wayan Gede Mandyasa,
Dwi Wahlyo, Nur Fitriana, Muhamad
Muslich, Erwin Wilianto, Jihad S. Udin,
Faris Ranggawardhana, Andi Martin,
Mahendra Primajati, Tomi Ariyanto,
Oktafa Rini Puspita, Fazlurrahman S.

DIREKTORAT BINA PENGELOLAAN EKOSISTEM ESENSIAL
DIREKTORAT JENDERAL
KONSERVASI SUMBERDAYA ALAM DAN EKOSISTEM
KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
2021



KATA PENGANTAR



Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan Pedoman Penentuan Areal Kajian serta Penyiapan dan Analisis Data dan Informasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di luar Kawasan Suaka Alam (KSA), Kawasan Pelestarian Alam (KPA), dan Taman Buru (TB).

Pedoman ini mengacu kepada dan merupakan suplemen bagi Peraturan Direktur Jenderal KSDAE Nomor: P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020 tentang Petunjuk Teknis Inventarisasi dan Verifikasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di luar Kawasan Suaka Alam (KSA), Kawasan Pelestarian Alam (KPA), dan Taman Buru (TB).

Pedoman Penentuan Areal Kajian serta Penyiapan dan Analisis Data dan Informasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di luar KSA, KPA, dan TB disusun atas saran dan masukan dari Balai Besar/Balai KSDA serta para pihak lainnya dengan berkaca pada hasil evaluasi pelaksanaan dan pencapaian target kegiatan di tahun 2020. Pedoman ini memuat penjelasan lebih lanjut dari beberapa tahapan dalam ruang lingkup pelaksanaan yaitu Pasal 16 dan Pasal 18 pada Peraturan Direktur Jenderal KSDAE Nomor: P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020. Ada pun tahapan yang dimaksud adalah penentuan areal kajian serta analisis data dan informasi, termasuk teknik skoring nilai keanekaragaman hayati. Kedua tahapan tersebut merupakan perhatian Balai Besar/Balai KSDA selaku pelaksana, sehingga perlu disusun pedoman khusus yang memberikan penjelasan lebih lanjut. Adapun teknik pengumpulan data baik primer maupun sekunder tidak menjadi bagian dari pedoman yang disusun ini. Teknik pengumpulan data dapat mengacu kepada petunjuk atau pedoman teknis yang telah ada, baik yang diterbitkan oleh Kementerian LHK khususnya Ditjen KSDAE maupun buku-buku teks yang diakui secara ilmiah.

Akhirnya, kami menyampaikan terima kasih kepada tim penyusun dan para pihak yang telah berkontribusi dan terlibat aktif dalam penyusunan pedoman ini. Kami menyadari bahwa dokumen ini masih belum sempurna. Untuk itu, kami mengharapkan saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan dokumen ini.



Jakarta, Juni 2021

Direktur Bina Pengelolaan Ekosistem Esensial

Asep Sugiharta
Asep Sugiharta

NIP. 19640229 199003 1 001

Daftar Isi

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v

BAB I. PENDAHULUAN 1

- A. Latar Belakang 1
- B. Tujuan 2

BAB II. PENDEKATAN PENENTUAN AREAL KAJIAN

- A. Tipologi 4
- B. Pengelolaan 7

BAB III. PENYIAPAN DAN TEKNIK ANALISA DATA

- A. Dasar Analisa Data
- B. Penyiapan Data
- C. Teknik Delineasi
- D. Pembuatan dan Penentuan
Unit Analisis
- E. Teknik Skoring
- F. Interpretasi

BAB IV. PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN

Daftar Tabel

Tabel 1. Generalisasi Kelas Penutupan Lahan	12
Tabel 2. Tipe Data Biologis dan Sumbernya	14
Tabel 3. Tabel Contoh Kegiatan Kajian Habitat/ Spesies Menggunakan Pemodelan	22
Tabel 4. Kamus Data Inventarisasi Keanekaragaman Hayati Tinggi	38
Tabel 5. Kriteria dan Skor untuk Variabel Utama	39

Daftar Gambar

Gambar 1. Tahapan Teknis Penentuan Areal Kajian Pengumpulan dan Pemilahan Data, Analisis Data dan Informasi serta Pemberian Skoring	2
Gambar 2. Peta Indikasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi Hasil Analisis BAPPENAS	5 6
Gambar 3. Ilustrasi Batas-batas Ekologi	8
Gambar 4. Ilustrasi Delineasi dengan Pendekata Batas Ekologi	9
Gambar 5. Ilustrasi Keterwakilan Wilayah Administratif, Kawasan Hutan, dan Wilayah Konsesi sebagai Areal Kajian	11 13
Gambar 6. Representasi Unsur-Unsur Keanekaragaman Hayati 7	
Gambar 7. Contoh Pengelompokan (generalisasi) Peta Kelas Penutupan Lahan 9	13
Gambar 8. Peta Sungai (A) dan Peta Buffer Sungai (B) 10	16
Gambar 9. Ilustrasi penggunaan metode buffer, dengan data titik	17
Gambar 10. (A) dan (B) MCP untuk satu spesies yang sama; (C) dan (D) MCP untuk tiga spesies yang berbeda 16	19 20
Gambar 11. Ilustrasi Metode KDE 18	
Gambar 12. Ilustrasi proses pemodelan sebaran spesies 20	25
Gambar 13. Pendekatan penentuan unit analisis, (a) pendekatan langsung; (b) pendekatan batas alami; (c) pendekatan dengan cara membagi areal kajian ke dalam grid 32	26
Gambar 14. Berbagai macam bentuk grid 34	
Gambar 15. Input Data TSL 36	28
Gambar 16. Hasil Field Baru 37	29
Gambar 17. Proses Pemberian Skor Kehati 38	29
Gambar 18. Union Data Satwa Liar 38	30
Gambar 19. Hasil Skoring 40	31
Gambar 20. Penggabungan Informasi Satwa Liar 40	31
Gambar 21. Attribute Table Hasil Penyiapan Data TSL 41	32
Gambar 22. Proses Clip Data Penutupan Lahan 42	32
Gambar 23. Hasil Proses Clip 42	33
Gambar 24. Input Data Badan Air Permukaan 43	33

Gambar 25. Proses Clip Data Sungai	44	34
Gambar 26. Hasil Proses Clip Data Ketersediaan Air	45	34
Gambar 27. Proses Buffer	46	35
Gambar 28. Proses Union Data Buffer Badan Air	46	35
Gambar 29. Clip Hasil Buffering	47	36
Gambar 30. Input Karakteristik Tipe Ketersediaan Air		37
Gambar 31. Overlay Variabel Utama		37
Gambar 32. Field Skor Penutupan Lahan		40
Gambar 33. Querying untuk Klaster Vegetasi Primer		40
Gambar 34. Field Calculator untuk Memberi Skor		41
Gambar 35. Hasil Tahapan Pemberian Skor		42
Gambar 36. Langkah 1 dalam Proses Perhitungan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi		42
Gambar 37. Rumus Perhitungan Nilai		43
Gambar 38. Contoh Hasil Perhitungan Nilai		43
Gambar 39. Perhitungan Luas Masing-Masing Unit		43
Gambar 40. Contoh Memasukkan Nilai Filter Query pada Kategori Tinggi		44
Gambar 41. Contoh Pemberian Nama Data Atribut pada Kategori Tinggi		44
Gambar 42. Contoh Hasil Analisis Skoring di Provinsi Jawa Timur		45

Pendahuluan



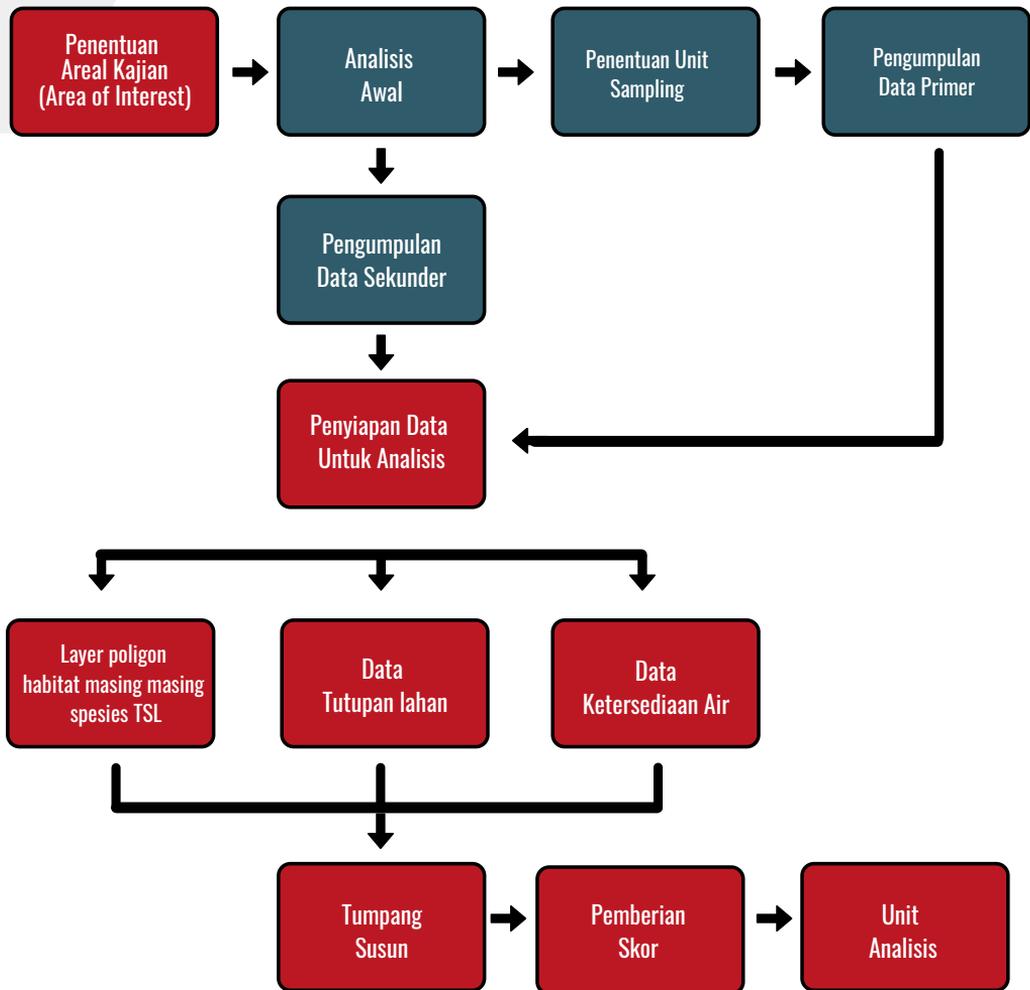
A. Latar Belakang

Inventarisasi dan verifikasi ruang-ruang perlindungan keanekaragaman hayati merupakan bagian penting dari upaya untuk meningkatkan kualitas lingkungan hidup. Untuk itu, Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) dan Rencana Strategis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan periode 2020-2024 mengamanatkan pelaksanaan kegiatan inventarisasi dan verifikasi terhadap kawasan-kawasan yang diduga memiliki nilai keanekaragaman hayati tinggi di dalam dan di luar Kawasan Suaka Alam (KSA), Kawasan Perlindungan Alam (KPA), dan Taman Buru (TB) seluas 27 Juta hektare dan 43 Juta hektare. Menindaklanjuti hal tersebut, Direktur Jenderal KSDAE, selaku penanggung jawab teknis, telah menerbitkan panduan pelaksanaan kegiatan berupa Peraturan Direktur Jenderal KSDAE Nomor: 8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020 tentang Petunjuk Teknis Inventarisasi dan Verifikasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di luar Kawasan Suaka Alam (KSA), Kawasan Perlindungan Alam (KPA), dan Taman Buru (TB). Peraturan ditujukan sebagai panduan dan arahan teknis kepada Balai Besar/Balai KSDA sebagai pelaksana teknis kegiatan di lapangan.

Tahapan teknis yang harus dilaksanakan dalam kegiatan inventarisasi dan verifikasi kawasan dengan nilai keanekaragaman hayati tinggi di luar KSA, KPA dan TB adalah penentuan areal kajian, pengumpulan dan pemilahan data, analisis data dan informasi serta pemberian skoring, tahapan tersebut secara singkat dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahapan yang sering menjadi pertanyaan dan diskusi adalah penentuan areal kajian serta analisis data dan informasi keanekaragaman hayati tinggi. Adapun teknik pengumpulan data baik primer maupun sekunder tidak menjadi bagian dari pedoman yang disusun ini. Teknik pengumpulan data dapat mengacu kepada petunjuk atau pedoman teknis yang telah ada, baik yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan khususnya Ditjen KSDAE maupun buku-buku teks yang diakui secara ilmiah. Hasil refleksi berdasarkan data dan informasi awal yang dimiliki pada pelaksanaan kegiatan di tahun sebelumnya atau melalui studi kepustakaan (desk study), kemudian menjadi dasar dalam penentuan areal kajian, atau yang sering disebut Area of Interest (Aoi).

Penentuan Aol merupakan tahapan untuk menentukan lokasi target yang diduga memiliki potensi keanekaragaman hayati yang tinggi. Selanjutnya, dilakukan pengelompokan data dan informasi yang telah diperoleh berdasarkan variabel utama dan penunjang, yang untuk selanjutnya dilakukan skoring nilai keanekaragaman hayati kawasan. Kedua tahapan tersebut dalam teknis pelaksanaannya memerlukan insight atau wawasan dan pengetahuan tambahan di luar petunjuk teknis yang tersedia. Wawasan yang dimaksud diantaranya adalah pengetahuan tentang teknis delineasi kawasan yang diduga memiliki nilai keanekaragaman hayati tinggi secara spasial. Untuk itu perlu disusun panduan atau pedoman yang memberikan penjelasan lebih lanjut.



Gambar 1. Tahapan Teknis Penentuan Areal Kajian, Pengumpulan dan Pemilahan Data, Analisis Data dan Informasi serta Pemberian Skoring

Pedoman Penentuan Areal Kajian, Penyiapan serta Teknik Analisis Data dan Informasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di Luar Kawasan Suaka Alam (KSA), Kawasan Pelestarian Alam (KPA), dan Taman Buru (TB) disusun untuk memberikan penjelasan lebih lanjut mengenai langkah-langkah dan teknik dalam menentukan areal kajian dan analisis data. Pedoman ini mengacu kepada dan merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Direktur Jenderal KSDAE Nomor: P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020. Selanjutnya, pedoman juga merupakan suplemen dan dimaksudkan untuk mengelaborasi atau menjelaskan pasal 16 dan 18 dari Perdirjen KSDAE tersebut.

B. Tujuan

Tujuan dari Pedoman Penentuan Areal Kajian, Penyiapan serta Teknik Analisis Data dan Informasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di Luar KSA, KPA, dan TB adalah untuk memberikan panduan secara detail kepada Balai Besar/Balai KSDA perihal:

1. Penentuan areal kajian, termasuk teknik dan langkah-langkah mendelineasi areal kajian dan unit analisis.
2. Penyiapan serta teknik analisis data dan informasi keanekaragaman hayati, termasuk skoring, dan interpretasinya.

Pendekatan Penentuan Areal Kajian



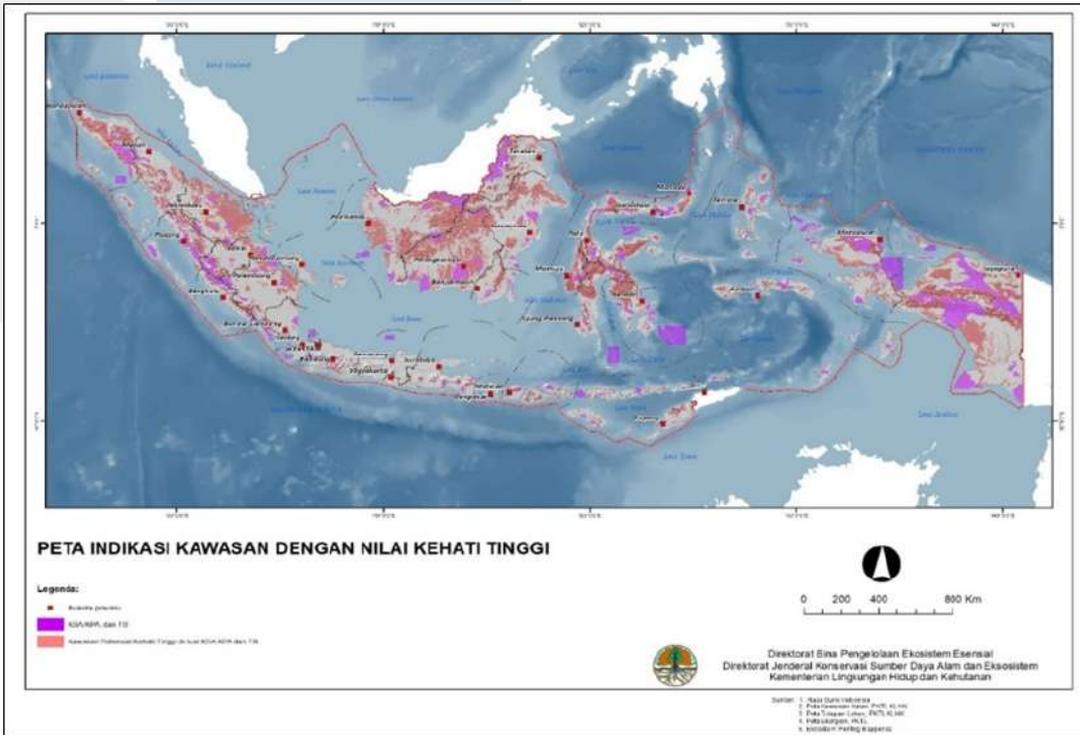
Peraturan Direktur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem Nomor: P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020 tentang Petunjuk Teknis Inventarisasi dan Verifikasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di Luar Kawasan Suaka Alam (KSA), Kawasan Perlindungan Alam (KPA), dan Taman Buru (TB) pasal 16 ayat (1) menyebutkan bahwa penentuan areal kajian merupakan tahapan untuk menentukan lokasi yang menjadi perhatian dan diduga memiliki potensi keanekaragaman hayati yang tinggi. Penentuan areal kajian dapat dilakukan apabila pelaksana telah menyelesaikan tahapan kegiatan sebelumnya yaitu pembentukan tim yang melibatkan para pihak, serta pengumpulan dan pemilahan data dan informasi awal dengan melakukan studi kepustakaan (desk study).

Areal kajian atau sering disebut sebagai Area of Interest (Aoi) ditentukan berdasarkan kajian awal yang telah dilakukan oleh Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional Republik Indonesia/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) pada tahun 2019. Peta hasil kajian awal BAPPENAS memuat area-area yang berada di luar Kawasan Suaka Alam (KSA), Kawasan Pelestarian Alam (KPA), dan Taman Buru (TB) namun diduga memiliki nilai keanekaragaman hayati yang tinggi, seperti tersaji pada Gambar 2. Area-area dugaan tersebut memiliki luasan total sekitar 43 juta hektare, yang terdiri atas Kawasan Hutan berupa Hutan Lindung dan atau Hutan Produksi seluas \pm 40 Juta hektare dan Non Kawasan Hutan berupa Areal Penggunaan Lain (APL) \pm 3 Juta hektare.

Area-area pada kajian awal tersebut merupakan prioritas utama dalam menentukan areal kajian pada masing-masing wilayah kerja Balai Besar/Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BB/BKSDA). Namun, penentuan areal kajian juga dapat dilakukan pada area-area yang tidak termasuk ke dalam peta kajian tersebut, dengan mempertimbangkan ketersediaan data dan informasi yang mendukung sebagaimana tercantum dalam pasal 16 ayat (1) Peraturan Direktur Jenderal KSDAE Nomor: P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020.

Sesuai dengan peraturan tersebut, penentuan areal kajian dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa data dan informasi. Pertimbangan tersebut diantaranya keterwakilan biodiversitas maksimal dan nilai ekologi yang dikandungnya, kepentingan Pemerintah Daerah, keterwakilan wilayah administratif, aksesibilitas, ketersediaan sumber daya manusia dan anggaran, dan/atau pertimbangan lainnya. Setelah mempertimbangkan keterwakilan-keterwakilan tersebut, tahapan selanjutnya adalah melakukan deliniasi terhadap calon lokasi yang akan ditentukan sebagai areal kajian.

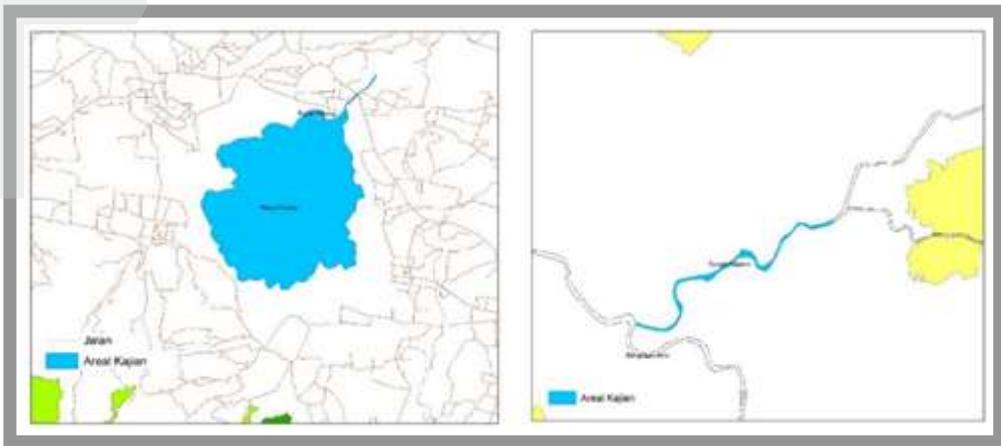
Delineasi areal kajian dilakukan dengan menggunakan pendekatan data dan informasi yang dapat dianalisis secara spasial. Setidaknya terdapat 2 (dua) pendekatan yang dapat digunakan untuk mendelineasi calon lokasi areal kajian, yaitu melalui pendekatan batas-batas ekologi dan pendekatan keterwakilan wilayah administratif.



Gambar 2. Peta Indikasi Kawasan dengan Nilai Keaneekaragaman Hayati Tinggi Hasil Analisis BAPPENAS

A. Pendekatan Batas Batas Ekologi

Pendekatan ini menggunakan batasan biofisik baik alami maupun buatan. Batas-batas yang umum digunakan diantaranya tutupan hutan, ekosistem dengan batas tertentu (misalnya danau, badan sungai, DAS), dan ekosistem tertentu yang batasnya dapat didelineasi dengan jelas (misalnya savana, gambut, karst, mangrove, pulau kecil), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.

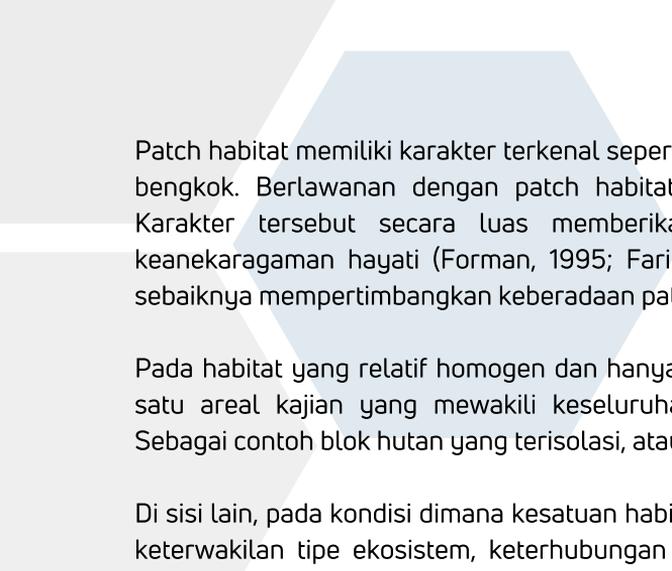


Gambar 3. Ilustrasi Batas-batas Ekologi

Pendekatan batas-batas ekologi dimungkinkan dipilih dengan pertimbangan misalnya terhadap “pulau habitat” di suatu matrik) yang lebih luas. Pulau habitat dapat berupa area berhutan, perairan tawar, habitat unik seperti savana, karst, mangrove, dan gambut. Pendekatan ekologi juga cocok jika digunakan untuk patch-patch hutan) yang terpisah yang masih memiliki ekosistem yang relatif sama. Kondisi tersebut contohnya patch-patch hutan di lanskap homogen atau sisa-sisa hutan mangrove di pesisir pantai. Sebaliknya, untuk blok-blok hutan yang luas yang utuh dan terkoneksi dengan blok hutan lainnya dapat dijadikan dalam satu areal kajian.

Penentuan areal kajian dengan pendekatan batas ekologi mempertimbangkan bentuk dan struktur habitat potensial, yang sudah tertuang dalam peta indikatif keanekaragaman hayati. Patch habitat, elemen spasial yang menyusun mosaik lanskap, dibedakan dari wilayah yang berdekatan dan wilayah yang relatif sama untuk habitat satwa liar. Patch habitat memiliki karakteristik berdasarkan ukuran (besar dan kecil), bentuk (bulat, panjang, lurus, atau bengkok).

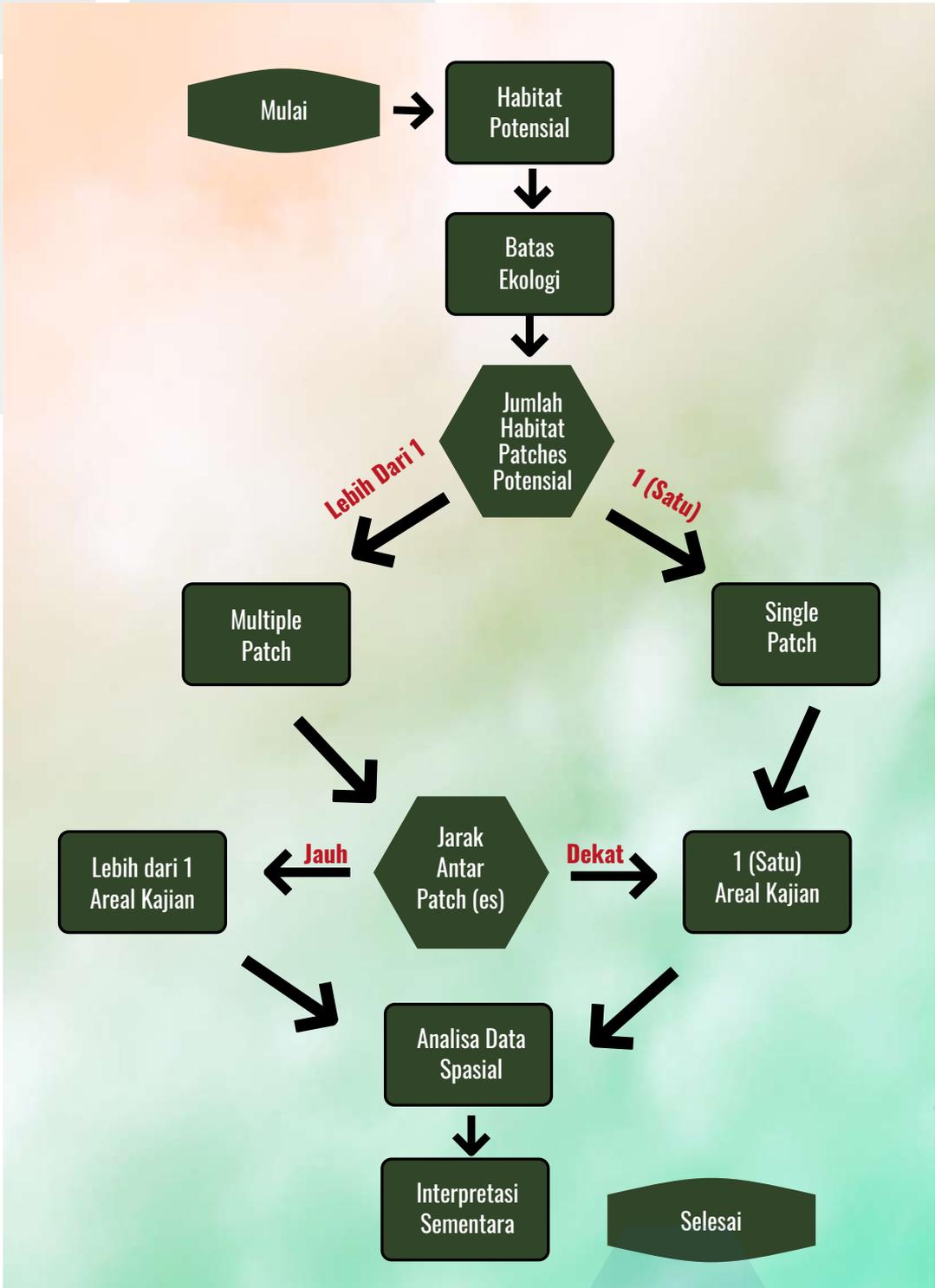
1. Suatu pulau dapat menjadi areal kajian apabila memiliki hamparan vegetasi yang homogen, memiliki spesies dengan sebaran terbatas di pulau tersebut, relatif terisolasi dari daerah sekitarnya.
2. Sekumpulan lansekap yang tidak didesain untuk kepentingan konservasi ekosistem alami, proses ekologi dan biodiversitas.
3. Patch Hutan merupakan skala ekosistem di mana suatu unit hutan yang relatif homogen dapat diidentifikasi atau dibedakan dengan kawasan/area disekelilingnya.



Patch habitat memiliki karakter terkenal seperti batas besar, kecil, bulat, panjang, lurus, atau bengkok. Berlawanan dengan patch habitat, koridor habitat memiliki struktur berjarak. Karakter tersebut secara luas memberikan arti ekologis untuk produktivitas dan keanekaragaman hayati (Forman, 1995; Farina, 2000). Sehingga penentuan areal kajian sebaiknya mempertimbangkan keberadaan patch habitat.

Pada habitat yang relatif homogen dan hanya terdiri dari satu blok habitat potensial, maka satu areal kajian yang mewakili keseluruhan blok habitat tersebut sudah mencukupi. Sebagai contoh blok hutan yang terisolasi, ataupun habitat yang spesifik seperti mangrove.

Di sisi lain, pada kondisi dimana kesatuan habitat terdiri beberapa patch habitat, maka aspek keterwakilan tipe ekosistem, keterhubungan (*connectivity*) dan kedekatan antar fragmen dapat menjadi rujukan penentuan areal kajian. Sebagai contoh, pada lanskap heterogen yang terdiri dari berbagai jenis fragmen, meningkatkan jumlah mamalia berukuran besar atau spesies tepi yang mendiami elemen fragmen yang berdekatan (Hong, 2008). Gambar 4 mengilustrasikan delineasi dengan menggunakan pendekatan batas ekologi.



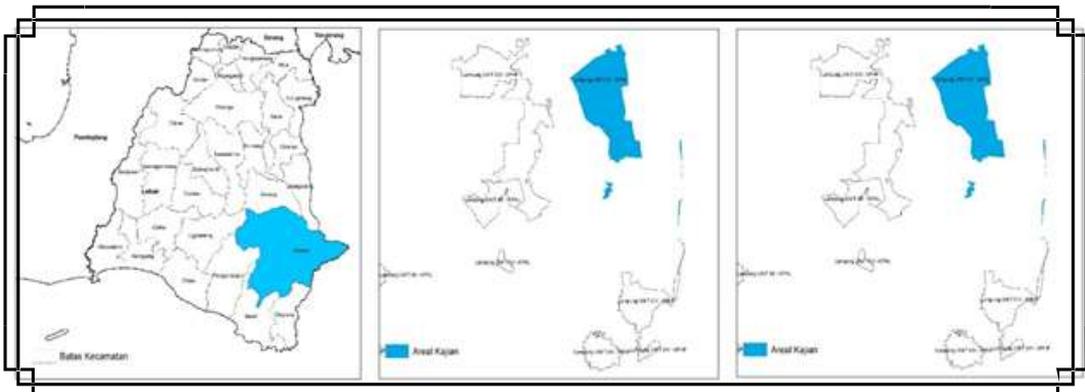
Gambar 4. Ilustrasi Delineasi dengan Pendekatan Batas Ekologi

B. Pendekatan Keterwakilan Wilayah Administratif

Pendekatan ini dapat menggunakan beberapa batasan imajiner yang diantaranya adalah batas Desa, Kecamatan, Kabupaten, Kawasan Hutan (Hutan Lindung dan Kesatuan Pengelolaan Hutan atau KPH), kelompok hutan, dan wilayah konsesi.

Pemilihan pendekatan wilayah administrasi umumnya didorong oleh kemudahan menentukan batas areal kajian yang mengikuti batas area pengelolaan suatu unit manajemen. Batas-batas unit manajemen umumnya telah secara jelas ditetapkan dalam kebijakan tertentu. Namun demikian, terhadap batas administrasi dan pengelolaan dapat diverifikasi lebih lanjut.

Pemilihan areal kajian berdasarkan wilayah administrasi juga akan memungkinkan dari sisi aksesibilitas untuk menjangkau areal kajian. Pendekatan ini juga tepat digunakan pada blok hutan yang utuh dan luas, sehingga memungkinkan untuk dikelola dalam satu unit manajemen atau dalam konsesi pemanfaatan hutan tertentu.



Gambar 5. Ilustrasi Keterwakilan Wilayah Administratif, Kawasan Hutan, dan Wilayah Konsesi sebagai Areal Kajian

Kotak 1

Konektivitas Lanskap/Bentang Alam

Definisi keterhubungan atau konektivitas lanskap mencakup dua konsep dasar, yaitu:

1. Konektivitas Struktural, menjelaskan hubungan spasial (kontinuitas dan kedekatan) antara elemen struktural lanskap (mis. Patch hutan), yang berdiri sendiri di atas karakteristik ekologi spesies (Taylor et al., 2006; Tischendorf dan Fahrig, 2000), dan
2. Konektivitas Fungsional, yang mengacu pada fitur lanskap yang memfasilitasi atau menghalangi pergerakan spesies di antara patch habitat (Taylor, 1993; Taylor et al., 2006). Akibatnya, kemampuan spesies untuk bergerak atau menyebar melalui lanskap terintegrasi fitur struktural lanskap (Adriaensen et al., 2003).

Convention on Migratory Species (CMS) tahun 2020 mendefinisikan konektivitas sebagai pergerakan spesies tanpa hambatan beserta aliran alami yang menopang proses kehidupannya. *Guidelines for Conserving Connectivity through Ecological Networks and Corridors* yang dikeluarkan oleh IUCN, menyebutkan bahwa mempertahankan dan mengelola konektivitas antara kawasan konservasi dan kawasan bernilai keanekaragaman hayati tinggi adalah kunci efektivitas dalam konservasi dan pengelolaan keanekaragaman hayati.

Mempertahankan konektivitas dapat meningkatkan fungsi konservasi keanekaragaman hayati dengan meningkatkan luas total kawasan yang terhubung secara efektif sehingga mengurangi resiko kepunahan (Newman et al., 2017).

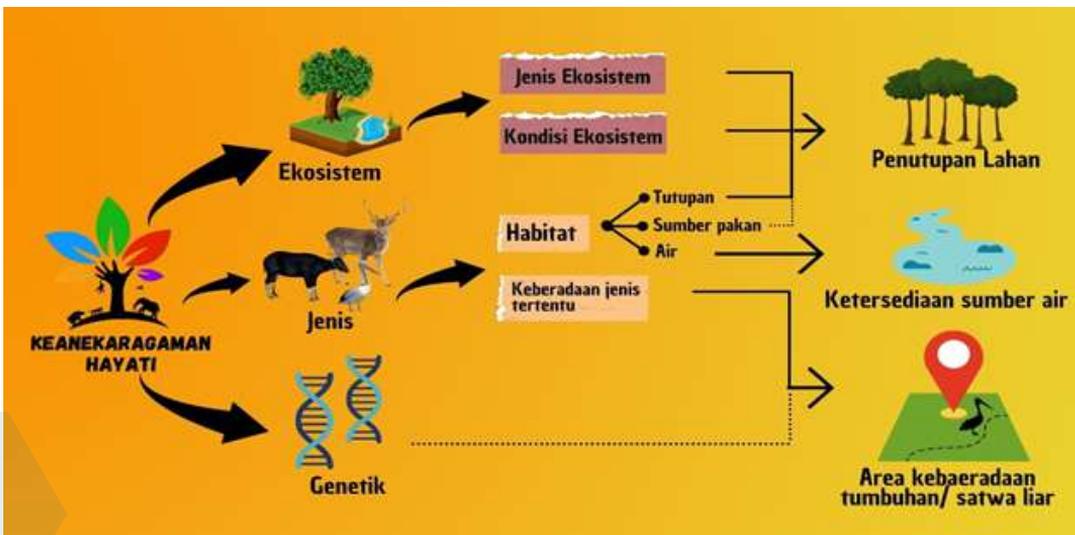
Hal ini sangat penting dilakukan pada kondisi dimana penetapan kawasan konservasi baru tidak memungkinkan untuk dilakukan di wilayah tersebut. Misalnya, area-area bernilai konservasi tinggi yang berada di dalam blok perkebunan, area-area yang dikelilingi oleh permukiman, blok hutan yang terpotong oleh jalan, dll.

Penyiapan & Teknik Analisis Data



A. Dasar Analisa Data

Peraturan Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem Nomor P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020 tentang Petunjuk Teknis Inventarisasi dan Verifikasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di Luar Kawasan Suaka Alam (KSA), Kawasan Pelestarian Alam (KPA), dan Taman Buru (TB), variabel yang digunakan dalam menghitung skor dalam analisis kawasan dengan nilai keanekaragaman hayati tinggi adalah penutupan lahan, ketersediaan air dan keberadaan tumbuhan atau satwa liar tertentu. Hal tersebut ditentukan dengan pertimbangan bahwa ketiga unsur tersebut merupakan peubah atau faktor yang dapat merepresentasikan unsur-unsur keanekaragaman hayati (Gambar 6)



Gambar 6. Ilustrasi Keterwakilan Wilayah Administratif, Kawasan Hutan, dan Wilayah Konsesi sebagai Areal Kajian

B. Penjiapan Data

1. Penutupan Lahan

Penutupan lahan merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan sebuah kawasan yang memiliki keanekaragaman hayati. Penutupan lahan dapat merepresentasikan kondisi keanekaragaman hayati tingkat ekosistem pada area tersebut, apakah masih alami atau sudah terganggu oleh aktivitas manusia, selain itu juga isi kualitas penutupan lahan sangat mempengaruhi keberadaan tumbuhan atau satwa liar tertentu. Beberapa spesies satwa liar habitatnya bergantung pada hutan (forest dependent), namun ada juga spesies satwa liar yang tidak terlalu bergantung pada kondisi penutupan lahannya.

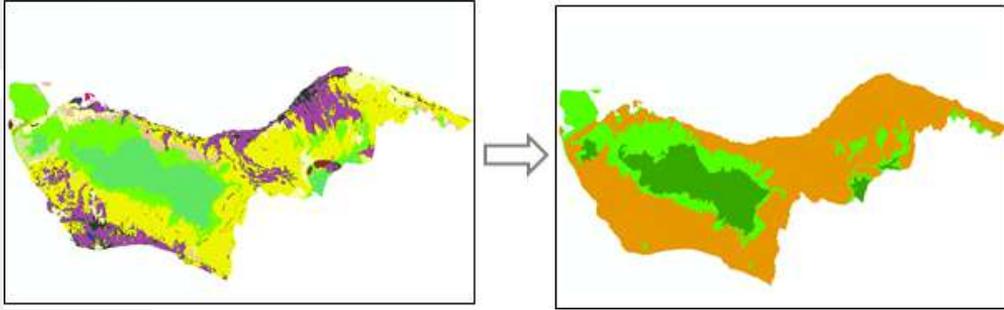
Data penutupan lahan merupakan hasil interpretasi citra satelit, sehingga dapat mengacu dan menggunakan data yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Penafsiran dilakukan oleh Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dengan berdasarkan citra LDCM (Landsat Data Continuity Mission)/Landsat 8 OLI, yang pada tahun 2018 memiliki perhitungan overall accuracy data penutupan lahan tahun 2018 untuk 23 kelas penutupan lahan adalah sebesar 79,02% dan untuk kelas hutan-non hutan 94,98% (Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, 2019). Namun demikian dapat juga menggunakan hasil analisis dan interpretasi citra satelit yang memiliki resolusi lebih tinggi apabila tersedia.

Selanjutnya dilakukan pengelompokan (generalisasi) terhadap kelas-kelas penutupan lahan dengan ketentuan sebagaimana disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Generalisasi Kelas Penutupan Lahan

No	Generalisasi	Kelas Tutupan
1	Vegetasi Primer	1) Hutan Lahan Kering Primer 2) Hutan Mangrove Primer 3) Hutan Rawa Primer
2	Vegetasi Sekunder	1) Hutan Lahan Kering Sekunder 2) Hutan Mangrove Sekunder 3) Hutan Rawa Sekunder 4) Semak / Belukar 5) Belukar Rawa 6) Rawa 7) Savana
3	Vegetasi terganggu/ campuran/ buatan	1) Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak 2) Hutan Tanaman 3) Perkebunan 4) Pertanian Lahan Kering

sumber : Perdirjen Nomor P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020



Gambar 7. Contoh Pengelompokan (generalisasi) Peta Kelas Penutupan Lahan

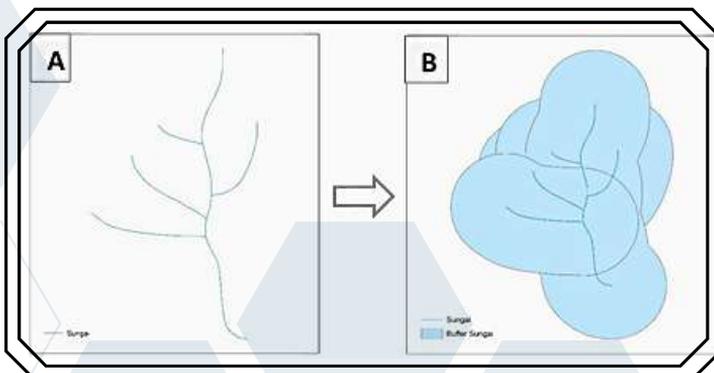
2.Ketersediaan Air

Air merupakan kebutuhan dasar makhluk hidup. Ketersediaan air yang merupakan bagian dari fenomena alam, sering sulit untuk diatur dan diprediksi dengan akurat. Hal ini karena ketersediaan air mengandung unsur variabilitas ruang (spatial variability) dan variabilitas waktu (temporal variability) yang sangat tinggi.

Variabel ketersediaan air diperoleh melalui analisis terhadap daerah aliran sungai, termasuk sumber-sumber air baik yang permanen maupun temporer yang ada di daerah tersebut. Jenis ketersediaan air menurut jumlahnya terdiri dari :

- Permanen/perennial, yaitu keadaan ketersediaan air pada saat debit airnya sepanjang tahun relatif tetap.
- Intermittent atau episodik, yaitu keadaan ketersediaan air pada musim penghujan, sedangkan pada musim kemarau airnya kering.
- Ephemeral, yaitu keadaan ketersediaan air hanya pada saat musim hujan (Syarifuddin, 2000).

Data ketersediaan air dapat diperoleh dari data sungai, danau, rawa, mata air, waduk, dan badan air lainnya. Penyajian data numerik dan spasial (polygon) didukung dengan informasi deskriptif. Apabila terdapat data dalam bentuk titik (point) atau garis (polyline) perlu dilakukan analisis buffer terlebih dahulu untuk mengubah data menjadi polygon. Analisis buffer tersebut bersifat "cakupan" atau radius yang masih berdampak terhadap suatu titik atau garis dengan jarak tertentu.



Gambar 8. Peta Sungai (A) dan Peta Buffer Sungai (B)

3. Tumbuhan dan Satwa Liar

Keanekaragaman hayati adalah keragaman berbagai bentuk kehidupan di bumi, termasuk berbagai tumbuhan, hewan, mikro-organisme, gen yang dikandungnya, dan ekosistem yang mereka bentuk. Secara sederhana keanekaragaman hayati mengacu pada variasi genetik, variasi spesies dan variasi ekosistem dalam suatu area. Data dan informasi di lapangan mengenai ketiga tingkatan keanekaragaman hayati tersebut, pada umumnya, berupa titik-titik koordinat yang mewakili perjumpaan tumbuhan dan satwa liar. Untuk kepentingan analisis data spasial, titik-titik koordinat yang diperoleh kemudian harus didelineasi dan dikonversi ke dalam bentuk poligon yang akan merepresentasikan luasan habitat tumbuhan dan satwa liar.

Informasi titik-titik koordinat lokasi perjumpaan maupun sebaran tumbuhan dan satwa liar baik yang endemis, terancam punah dan sebagainya dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa pendekatan (Burung Indonesia, 2014; Wood et al, 2015). Pendekatan-pendekatan yang dapat digunakan untuk memperoleh informasi perjumpaan tumbuhan dan satwa liar dalam penentuan area dengan nilai keanekaragaman hayati tinggi dapat berupa satu atau gabungan dari beberapa pendekatan, diantaranya:

- Inventarisasi tumbuhan dan satwa liar yang dilakukan secara langsung oleh UPT di areal kajian.
- Data konflik satwa.
- Studi literatur; dengan mengeksplorasi seluruh pustaka, literatur, dan publikasi ilmiah serta berbagai basis data global mengenai distribusi tumbuhan dan satwa liar.

Tabel 2. Tipe Data Biologis dan Sumbernya

Tipe Data	Sumber
<i>Data biologis atau distribusi spesies</i>	
· Data untuk berbagai organisme di banyak wilayah di dunia	· Global Biodiversity Information Facility (GBIF): www.gbif.org ; Google Scholar : www.splink.cria.org.br ; SpeciesLink : www.splink.cria.org.br
· Data untuk berbagai organisme, kebanyakan langka atau terancam punah	· NatureServe: www.NatureServe.org
· Data untuk berbagai koleksi spesimen di dunia	· Natural History Museum of London: www.nhm.ac.uk/ ; Perpustakaan Warisan Keanekaragaman Hayati (Biodiversity Heritage Library) : www.biodiversitylibrary.org
· Data untuk berbagai organisme di banyak wilayah di dunia dengan status kelangkaannya	· Spesialis Grup di IUCN: www.iucnredlist.org
· Data untuk keanekaragaman hayati laut di berbagai wilayah dunia	
· Data untuk jenis mamalia di berbagai wilayah dunia	· Sistem Informasi Biogeografi Laut : www.icbis.org
· Data untuk jenis burung di berbagai wilayah dunia	· Sistem Jaringan Informasi Mamalia (<i>Mammal Networked Information System</i> atau MaNIS): www.manisnet.org
· Data untuk jenis herpetofauna di berbagai wilayah dunia	· Ornis: www.portal.vernet.org
	· Herpnet: www.terrariumquest.com

Untuk ahli biogeografi pada umumnya dan peneliti tumbuhan dan satwa liar pada khususnya, Fasilitas Informasi Keanekaragaman Hayati Global (Global Biodiversity Information Facility atau GBIF) menyediakan catatan kehadiran spesies hingga 1.709.175.445 (akses data sampai 16 Juli 2021) dan dianggap sebagai layanan penyedia data utama. Beberapa layanan penyedia data global serupa diantaranya adalah Sistem Jaringan Informasi Mamalia (Mammal Networked Information System atau MaNIS), Spesialis Grup di IUCN, Perpustakaan Warisan Keanekaragaman Hayati (Biodiversity Heritage Library), Google Scholar, Ornis, dan Herpnet (Rahman et al., 2020), SpeciesLink, Sistem Informasi Biogeografi Laut.

- Khusus untuk informasi keanekaragaman hayati Indonesia beberapa layanan penyediaan data dapat di akses pada halaman website seperti Indonesia Biodiversity information (www.inabif.lipi.go.id), dan www.biodiversitywarriors.kehati.or.id. Sementara untuk keanekaragaman jenis pada kelompok taksa tertentu seperti Burung Indonesia tersedia data-data digital spasial yang dapat diakses pada www.atlasburung.web.id, dan www.birdpacker.com, dan untuk satwa amfibi dan reptil dapat diakses melalui situs Amfibi Reptil Kita (ARK; www.inaturalist.org) (Rahman et al., in press).
- Diskusi dengan kalangan akademisi, lembaga riset maupun satuan kerja perangkat daerah (SKPD) yang memiliki data dan informasi mengenai tumbuhan dan satwa liar di areal kajian.
- Catatan pengamatan yang tidak terpublikasikan, baik dari pekerja lapangan (misal kegiatan patroli), mahasiswa maupun pemerhati tumbuhan dan satwa liar (citizen science).
- Pelibatan para pihak di tingkat tapak, khususnya masyarakat lokal, yang bertempat tinggal dan beraktivitas di areal kajian dan memiliki pengetahuan yang cukup baik. Pelibatan dapat dilakukan dengan metode wawancara baik formal dan atau non-formal.

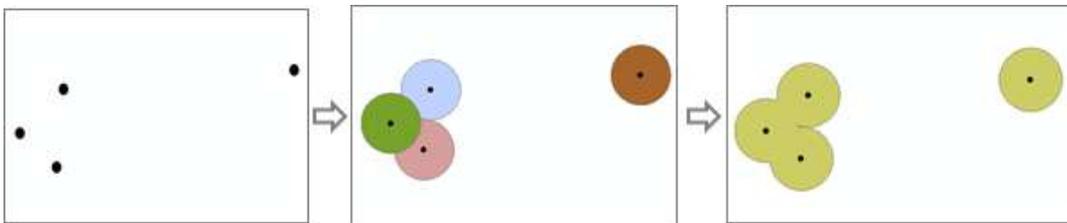
C. Teknik Delineasi

Perkembangan penelitian dan aplikasi sistem informasi geografis memunculkan beberapa metode yang dapat dimanfaatkan untuk mendelineasi atau menggambarkan luasan habitat atau daerah jelajah tumbuhan dan satwa liar. Metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi luasan habitat atau daerah jelajah diantaranya adalah:

1. Buffer

Perkembangan Buffer merupakan metode yang digunakan untuk mengekstrapolasi titik perjumpaan menjadi poligon berdasarkan jarak. Buffer merupakan metode dasar yang sederhana dan biasanya digunakan untuk mengekstrapolasi titik perjumpaan tumbuhan dan atau satwa liar berukuran kecil. Buffer umumnya menggunakan bentuk lingkaran karena diasumsikan bentuk lingkaran merupakan bentuk habitat patch tumbuhan dan satwa liar yang paling sempurna (Farina, 1998).

Ukuran besaran buffer umumnya ditentukan berdasarkan jarak terjauh jelajah atau okupansi satwa liar atau dapat menggunakan 2 km buffer dari titik perjumpaan satwa (IUCN, 2019). Untuk menggunakan metode buffer diperlukan data awal berupa data perjumpaan spesies (species occurrences). Ilustrasi penggunaan metode buffer disajikan pada Gambar 9. Bagian (a) merupakan titik perjumpaan satwa, sedangkan (b) merupakan titik hasil ekstrapolasi dengan buffer tanpa proses penggabungan (dissolve). Terakhir, bagian (c) merupakan titik hasil buffer dengan penggabungan.



Gambar 9. Ilustrasi penggunaan metode buffer, dengan data titik perjumpaan satwa

Kelebihan dari metode buffer diantaranya yaitu metode ini relatif sederhana bila dibandingkan dengan metode penentuan luasan habitat lainnya. Selain itu, proses analisis tetap dapat dilakukan walaupun data koordinat yang tersedia relatif sedikit (kurang dari tiga titik Lokasi perjumpaan satwa). Kelebihan lainnya adalah metode ini bisa diaplikasikan pada spesies dengan data perjumpaan terbatas.

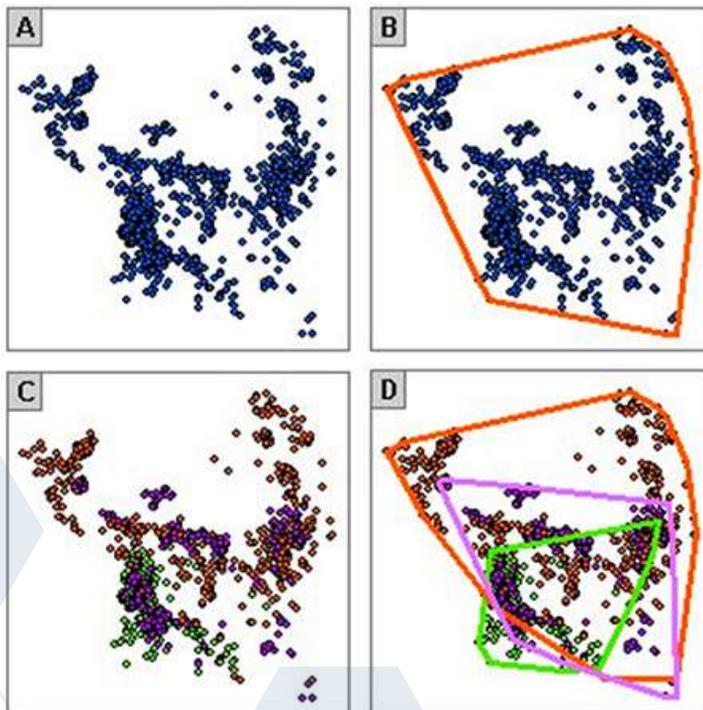
Kekurangan dari metode buffer yaitu tidak merepresentasikan habitat secara menyeluruh. Selain itu, titik temuan spesies selalu diasumsikan berada di tengah lingkaran wilayah distribusi sehingga ada kemungkinan poligon hasil analisis menjadi under-estimate atau sebaliknya

2. Minimum Convex Polygon (MCP)

Minimum Convex Polygon atau MCP sering digunakan sebagai perangkat standar IUCN dalam penilaian luas wilayah perjumpaan (extent of occurrence) spesies tertentu. Extent of Occurrence oleh IUCN didefinisikan sebagai area dengan batas imajiner yang digambarkan untuk melingkupi mencakup lokasi temuan satwa yang diketahui, disimpulkan atau diproyeksikan.

Metode MCP merupakan metode yang sejak lama telah digunakan secara luas. Minimum Convex Polygon, atau sering disebut juga convex hull, adalah metode deliniasi habitat yang menghubungkan titik-titik terjauh dalam data perjumpaan satwa liar, dengan syarat poligon terkecil yang tidak ada sudut internalnya melebihi 180 derajat dan memuat semua lokasi titik temuan satwa (IUCN, 2019). Titik-titik yang terhubung tersebut akan membentuk suatu poligon terkecil atau convex. Convex tersebut akan mencakup semua titik-titik yang dikunjungi oleh kelompok satwa.

Untuk menggunakan metode ini paling tidak terdapat 3 (tiga) titik koordinat spesies yang dapat dihubungkan antara satu dan lainnya. Convex yang dihasilkan akan lebih baik atau lebih mewakili kondisi sebenarnya, apabila titik-titik yang akan dihubungkan tersebut letaknya tersebar. Ilustrasi metode MCP dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10.
(A) dan (B) MCP untuk satu spesies yang sama; (C) dan (D) MCP untuk tiga spesies yang berbeda

Sumber : www.spatial ecology.com

Kelebihan metode MCP diantaranya merupakan metode yang paling sederhana dan mudah digunakan (Burgman & Fox, 2003); dibandingkan dengan buffer, MCP lebih dapat merepresentasikan cakupan habitat spesies tertentu; dapat digunakan dengan data yang relatif sedikit, bahkan Boyle et al. (2009) menyatakan bahwa ketika ukuran sampel rendah, MCP lebih akurat daripada metode Kernel Density Estimation (KDE). Boyle et al. (2009) juga menyatakan MCP mungkin paling sesuai untuk spesies yang hidup pada fragmen hutan dengan ukuran terbatas, serta untuk penelitian tentang spesies yang memiliki daya jelajah luas dan teritorial.

Di sisi lain, MCP juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti kecenderungan untuk memasukkan area yang bukan bagian dari habitatnya (overestimate) (Franzreb, 2006). Hal ini dapat terjadi karena proses analisis metode MCP kemungkinan akan mencakup sebagian besar ruang kosong yang tidak pernah dikunjungi oleh satwa liar. Namun demikian pada beberapa kasus MCP menunjukkan hasil yang underestimate terhadap ukuran wilayah jelajah yang dihasilkan (Girard et al., 2002). Selain itu kekurangan MCP adalah bias cenderung meningkat seiring dengan jumlah sampel (Burgman & Fox, 2003). Minimum Convex Polygon hanya menghasilkan batas luar dari sebaran distribusi tanpa memperhitungkan kerapatan antar titik pada satu lokasi tertentu.

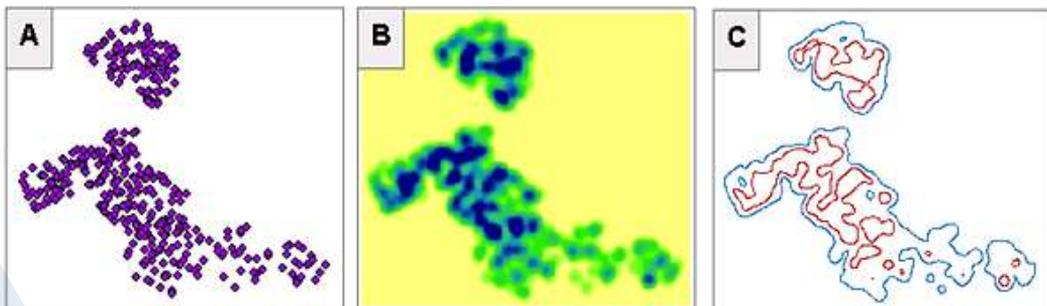
Tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi potensi bias (under-estimate atau over-estimate) adalah dengan menggunakan atau memasukan titik-titik koordinat yang terdapat di dalam convex pada proses analisis MCP. Selain itu dapat menggunakan sebagian data (50% atau 90%), menggunakan a-hull dengan memasukkan beberapa langkah pembuatan triangulasi Delauney (Burgman & Fox, 2003).

Adapun catatan untuk penggunaan MCP pada kasus spesies yang bermigrasi harus didasarkan pada salah satu area minimum, yaitu area untuk berkembang biak, atau area non-kawin (area tujuan migrasi). MCP tidak digunakan pada kedua lokasi tersebut secara bersamaan, karena spesies tersebut bergantung pada kedua area, dan sebagian besar populasi hanya ditemukan di salah satu area tersebut (IUCN, 2019).

3. Kernel Density Estimation (KDE)

Kernel Density Estimation adalah metode yang paling populer dalam menentukan area jelajah atau home range suatu spesies dalam ekologi satwa liar (Hemson et al., 2005). Metode ini bekerja dengan menempatkan probabilitas kepadatan dua dimensi di atas setiap catatan spasial suatu spesies. Output KDE berupa grid, dimana setiap grid memiliki nilai probabilitas kepadatan yang dihitung pada persimpangan antar grid. Parameter yang disebut 'bandwidth' menentukan kontribusi relatif dari jarak antar titik ke perkiraan tingkat kepadatan. Perkiraan sebaran satwa pada KDE sensitif pada pilihan bandwidth (Seaman & Powell, 1996) dan sebagai penyebab pada bias, terutama ketika ukuran sampel kecil, meskipun bias ini mungkin lebih kecil daripada bias dari Minimum Convex Polygon/MCP (Ostro et al., 1999).

Kernel Density Estimation mengestimasi besaran luas dari titik-titik koordinat dengan mempertimbangkan kepadatannya (density). Hal ini didasarkan pada asumsi bahwa, secara umum, satwa liar diduga tidak memanfaatkan seluruh wilayah jelajahnya dengan intensitas yang sama, dimana area tertentu cenderung dimanfaatkan lebih banyak dari pada area lain. Untuk menggunakan metode ini diperlukan data hasil pengambilan contoh dalam jumlah yang banyak agar lebih menggambarkan intensitas penggunaan area atau sebaran habitat (home range) satwa objek analisis. Oleh karena itu, metode KDE akan sangat cocok bila diaplikasikan untuk spesies yang memiliki area sebaran terbatas atau spesies endemik (Boyle et al., 2009). Ilustrasi metode KDE dapat dilihat pada Gambar 11, bagian (A) merupakan titik koordinat spesies tertentu, kemudian (B) merupakan gambar raster hasil analisis. Selanjutnya, bagian (C) merupakan gambar vektor hasil analisis yang menunjukkan 2 (dua) kelompok intensitas penggunaan ruang yang berbeda



Sumber : www.spatial ecology.com

Gambar 11. Ilustrasi Metode KDE

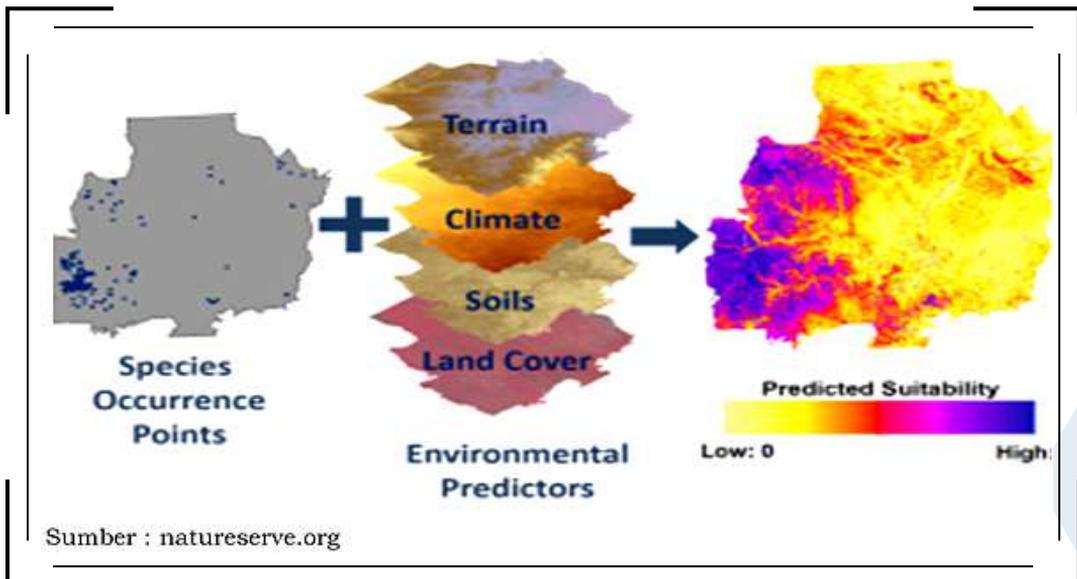
Kelebihan metode KDE diantaranya hasil analisis dapat lebih memperlihatkan intensitas keberadaan spesies target di lokasi yang diduga menjadi area jelajahnya. Selain itu, metode ini dianggap mampu menggambarkan konektivitas habitat suatu spesies. Di sisi lain, metode KDE memerlukan analisis yang lebih kompleks. Selain itu, apabila data yang diperoleh sebarannya terlalu jauh maka tidak akan terlihat pengelompokkannya.

4. Pemodelan Sebaran Spesies / Species Distribution Model (SDM)

Pemodelan sebaran spesies mengestimasi luasan habitat spesies tertentu berdasarkan kesesuaian habitatnya. Pemodelan sebaran spesies mempertimbangkan dan memperhitungkan faktor-faktor lingkungan yang secara signifikan mempengaruhi spesies target. Faktor-faktor lingkungan tersebut menjadi predictor atau penduga keberadaan spesies target. Untuk menggunakan metode pemodelan sebaran spesies, tidak hanya diperlukan data-data perjumpaan spesies namun juga memerlukan data terkait faktor-faktor lingkungan lain di sekitar titik perjumpaan satwa liar tersebut, misalnya sumber air, jarak dari jalan raya, keberadaan predator, dan sebagainya.

Kekurangan data sampel perjumpaan satwa dari yang dibutuhkan, akan berakibat pada rendahnya akurasi dan performa model ekstrapolasi potensi habitat satwa (Moore et al., 2014; van Proosdij et al., 2016).

Penggunaan pemodelan dalam menduga luasan sebaran spesies memiliki kelebihan yaitu dapat menganalisis area yang lebih luas dari areal kajian. Selain itu, dengan dukungan data yang lengkap, dapat pula mengekstrapolasi titik-titik koordinat yang potensial bagi habitat spesies tertentu. Di sisi lain, analisis dengan pemodelan sebaran spesies memiliki keterbatasan yaitu membutuhkan input data sampel perjumpaan satwa yang lengkap, dan kompleksitas analisis data pemodelan akan memerlukan pengguna atau user yang memiliki keahlian dan pemahaman mendalam terkait analisis dan interpretasi data spasial dan ekologi



Gambar 12. Ilustrasi proses pemodelan sebaran spesies

Sejumlah besar algoritma telah digunakan dalam pemodelan distribusi spesies. Berbagai metode dapat diklasifikasikan sebagai metode 'profil', 'regresi', dan 'machine learning'. Metode profil hanya mempertimbangkan data 'keberadaan' saja (presence-only). Metode regresi dan machine learning menggunakan data presence dan absence atau data "latar belakang (background)". Perbedaan antara metode regresi dan machine learning tidak terlalu besar, tetapi mungkin masih berguna sebagai cara untuk mengklasifikasikan model. Perbedaan lain yang dapat dibuat adalah antara model presence-only dan model presence-absence.

Contoh penggunaan metode profil diantaranya adalah BIOCLIME (Booth et al., 2014) dan DOMAIN (Carpenter et al., 1993). Sedangkan untuk regresi diantaranya Generalized Linear Model (GLM) dan Generalized Additive Models (GAM), yang merupakan perluasan dari GLM (Guisan et al., 2002). Sedangkan machine learning model, merupakan model regresi fleksibel non-parametrik, seperti Artificial Neural Networks (ANN), Random Forests, Boosted Regression Trees, Support Vector Machines dan Maximum Entropy (MaxEnt). Diantara machine learning model, MaxEnt (Philips et al., 2006) merupakan model yang paling umum digunakan untuk memodelkan distribusi spesies.

Salah satu model distribusi spesies yang paling sering digunakan dan relatif mudah untuk di aplikasikan adalah Maximum Entropy (MaxEnt). Kelebihan MaxEnt diantaranya dapat di jalankan dengan sedikit input data sampel perjumpaan satwa (minimal 10 titik perjumpaan satwa) (van Proosdij et al., 2016). Selain itu, model distribusi ini relatif lebih mudah dalam melakukan modeling karena hanya menggunakan data kehadiran (presence-only data) dan variabel lingkungan yang dianggap dapat mempengaruhi kecenderungan keberadaan satwa. Hal ini memudahkan untuk menjembatani konstrain atau batasan pengumpulan sampel pra-analisis.

Selain itu, perangkat lunaknya pun mudah dalam pengoperasian. Untuk itu, metode ini dianggap sebagai metode yang terbaik di antara algoritma modeling yang sejenis. Namun demikian perlu diperhatikan juga upaya pendataan dan pola sebaran data yang dimiliki untuk meminimalisir terjadinya bias pada pemodelan yang dihasilkan. Kekurangan metode ini adalah tidak dapat memberikan performa model yang lebih baik dibandingkan dengan presence-absence model. Selain itu, dalam membaca hasil model juga harus memperhitungkan kondisi ekologi dan perilaku satwa.

Tabel 3. Contoh Kegiatan Kajian Habitat/Spesies Menggunakan Pemodelan

Metode Pemodelan	Contoh Penggunaan	Kelebihan	Kekurangan	Kebutuhan
GLM (<i>General Linier Model</i>)	Movements and site fidelity of the giant manta ray, <i>Manta birostris</i> , in the Komodo Marine Park, Indonesia	Merupakan metode statistik yang sudah mapan (didukung oleh berbagai literatur), menjelaskan hasil model dengan tingkat kredibilitas yang dapat diterima, mampu menemukan variabel penjelas yang memiliki daya prediksi yang kuat	Terdapat berbagai asumsi yang perlu dipenuhi, menggambarkan hubungan antara data spesies dengan variabel bebas dalam bentuk linier, terdapat berbagai pengembangan model GLM yang tergantung pada asumsi seperti Generalized Linier Model (GLMz), General Additive model (GAM), Generalized Additive Mixed Model (GAMM) dll.	Data presence/absence, data continuous seperti kelimpahan, Data variabel lingkungan, pakar statistik
Maxent	Kajian Rilis site TNGHS; Mengidentifikasi lanskap konservasi prioritas dan tindakan untuk macan tutul jawa yang terancam punah di Indonesia (Wibisono et al., 2018); Memprediksi habitat yang sesuai dari pohon <i>Dipterocarpus litoralis</i> terancam dan hampir punah di Cagar Alam Nusakambangan Barat, Indonesia menggunakan pemodelan entropi maksimum (Prmajat, Hamid, Iyan, Shomat, & Budiawan, 2018)	Umum digunakan; Cukup mudah untuk diaplikasikan; Beberapa UPT telah banyak dan mampu untuk melakukan secara mandiri; Investasi peningkatan kapasitas UPT telah banyak dilakukan. Data <i>Presence only</i> memberikan kemudahan dalam koleksi data spesies bahkan termasuk robust walaupun menggunakan jumlah data <i>presence</i> yang minim. MaxEnt hanya menggunakan data kehadiran (<i>Data Presence only</i>), dimana data ketidakhadiran jarang tersedia atau tidak dapat dipenuhi. Keluaran/hasil model yaitu perkiraan kemungkinan maksimum dari kemungkinan relatif kehadiran suatu spesies dapat ditampilkan dalam visual yang halus dan baik. MaxEnt adalah model pendekatan generatif yang menggunakan data lingkungan dari seluruh wilayah studi daripada pendekatan diskriminatif, hal ini menjadi salah satu keuntungan penggunaan model ini ketika data keberadaan terbatas. (Elith et al., 2005)	Kemungkinan adanya <i>over-fitting</i> dan membatasi kapasitas model untuk menggeneralisasi dengan baik ke data independent. Kekurangan lainnya yang mempengaruhi keakuratan pemodelan yaitu penggunaan data keberadaan saja /Data <i>Presence only</i> , yang dapat berkaitan dengan bias di lokasi kejadian. Melihat hal ini, kemampuan untuk melakukan evaluasi hasil model prediksi Potensi habitat MaxEnt dibutuhkan dari ahli dan pakar terkait spesies yang dikaji.	Data Keberadaan Spesies; Data Variabel Lingkungan; Ahli / pakar spesies yang dikaji.
Random Forest	Model Prediksi Sebaran habitat satwa. (Evans, Murphy, Hoiden, & Cushman, 2011)(Zhang et al., 2019)	<i>Random Forest</i> merupakan salah satu metode klasifikasi algoritmik menggunakan <i>machine learning model</i> yang menyediakan kerangka kerja untuk mengidentifikasi variabel-variabel lingkungan, membangun prediksi yang akurat, dan menjelajahi hubungan mekanistik antar variabel yang diidentifikasi dalam model. Salah satu kelebihan <i>machine learning model</i> adalah hubungan kompleks dan pola spasial dapat diidentifikasi dengan lebih mudah tanpa mempertimbangkan normalitas data seperti pada model probabilitas lainnya, sehingga mampu mengidentifikasi dan mengeksplorasi hubungan non-intuitif atau hubungan yang tidak dapat diduga secara apriori oleh peneliti (Evans et al., 2011).	Belum banyak digunakan untuk pemodelan distribusi spesies di Indonesia. Sebagian besar literatur masih dari luar Indonesia. Praktisi dan pengguna model masih terbatas di Indonesia. Dibutuhkan pemahaman teknik analisis dan pemodelan komputasi yang cukup tinggi.	Data <i>presence/absence</i> . Variabel Lingkungan; Ahli terkait spesies yang dikaji; Ahli terkait <i>machine learning model</i> .
Occupancy	Tingkat hunian harimau Sumatera (Wibisono et al., 2011)	Mampu mengkuantifikasi ketidakpastian deteksi (probabilitas deteksi). Probabilitas deteksi dan tingkat okupansi dapat bersifat konstan ataupun dijelaskan oleh faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi (kovariat).	Survey membutuhkan ulangan baik secara spasial maupun temporal, mengikuti asumsi populasi tertutup	Data <i>presence/absence</i> , membutuhkan desain survey yang memadai; memerlukan survey baik secara spasial maupun temporal.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mendelineasi habitat satwa liar, diantaranya :

1. Metode-metode delineasi luasan habitat tersebut dilakukan terhadap masing-masing spesies, sehingga pada satu areal kajian bisa diperoleh lebih dari satu poligon.
2. Dalam suatu areal kajian dapat menggunakan metode delineasi yang berbeda untuk masing-masing spesies.
3. Pemilihan dan penggunaan metode-metode delineasi luasan habitat disesuaikan dengan ketersediaan data, sifat dan perilaku spesies. Hal ini penting karena semakin banyak data yang dianalisis akan semakin akurat dan mendekati kondisi sebenarnya di lapangan. Penelitian Row JR and Blouin-Demers (2006) untuk herpetofauna, menunjukkan bahwa metode MCP lebih baik dan akurat dibandingkan dengan metode KDE, namun dalam kasus lain, Lichti dan Swihart (2011) menyarankan agar menggunakan KDE dari pada MCP.
4. Tidak ada metode atau model yang dianggap paling baik atau paling tepat dalam mengestimasi luas habitat (Powell dan Mitchell, 2012).
5. Delineasi yang telah dilakukan dengan berbagai metode yang ada hendaknya dilakukan penyempurnaan dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip terkait ekologi dan habitat jenis-jenis tumbuhan atau satwa liar yang menjadi objek analisis, diantaranya luas atau jarak maksimum jelajah (home range), faktor pembatas pergerakan satwa liar seperti sungai, topografi, perkampungan, dan pembatas lainnya.

KOTAK 2

Habitat, distribusi, daerah jelajah, dan konektivitas habitat

Habitat satwa liar adalah suatu areal tertentu yang ditempati oleh satwa liar yang menyediakan kebutuhan dasar dalam seluruh siklus kehidupannya yaitu pakan, minum, cover serta satwa liar tersebut mampu beradaptasi dengan perubahan iklim, kompetitor dan predatornya (Morrison et al., 2006, Fritz & Loison, 2006). Habitat suatu jenis tertentu dicirikan dengan kehadiran, survival dan reproduksi populasi satwa liar (Sinclair, 2006). Komponen habitat yang mempengaruhi kehadiran satwa liar diantaranya adalah vegetasi hidup, vegetasi mati, fitur-fitur fisik baik yang terbentuk secara alami maupun artifisial yang dibentuk oleh satwaliar maupun manusia, air, suplai makanan, kehadiran dan kelimpahan kompetitor, predator, parasit, penyakit, tingkat gangguan manusia, intensitas perburuan, iklim dan temperatur serta sejarah keberadaannya (Cooperrider, 1986).

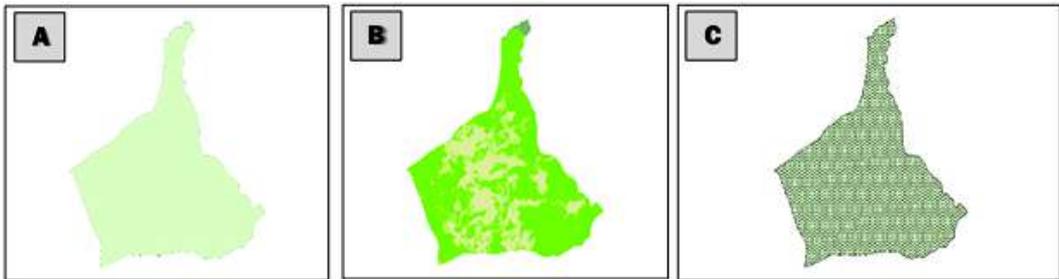
Satwa liar berinteraksi dengan lingkungannya secara kompleks (Skórka et al., 2009) beradaptasi dengan tipe habitat tertentu dalam skala spasial dan temporal yang berbeda (Gosling 2003, Fahrig 2003, Kronfeld-Schor & Dayan, 2003). Pergerakan satwa liar melintasi bentang alam dipengaruhi oleh jumlah dan susunan spasial habitat, sifat satwa liar, seperti kemampuan dispersal, perilaku pada habitat/batas matriks (Johnson et al., 2004).

Hubungan antar habitat melibatkan 5 tipe pergerakan yaitu: pergerakan harian di dalam home range atau teritori, dispersal untuk menemukan teretori baru, pola migrasi tahunan, pergerakan nomadic sebagai respon atas variabilitas spasial dan temporal sumber daya penting dan pola distribusi spontan sebagai respon atas perubahan iklim (Lindenmayer & Franklin, 2002). Ukuran tubuh, produktivitas habitat dan interaksi sosial antar satwa liar sangat mempengaruhi penggunaan habitat terutama yang berhubungan dengan daerah jelajah satwa liar tersebut (Swihart et al., 1998).

D. Pembuatan dan Penentuan Unit Analisis

Unit Analisis adalah unit terkecil di dalam areal kajian yang memiliki kesamaan karakteristik dari semua variabel yang digunakan dalam analisis. Salah satu langkah penting dalam analisis spasial adalah penentuan dan pembuatan unit-unit analisis yang tepat, sesuai dan hasilnya dapat dengan mudah dimengerti (Hodge, 1996). Unit analisis membagi areal kajian menjadi unit-unit spasial yang lebih kecil.

Menurut Langhammer et al. (2007), setidaknya ada 3 (tiga) pendekatan yang dapat digunakan, yaitu pendekatan langsung, pendekatan batas-batas alami, dan pendekatan dengan cara membagi areal kajian ke dalam grid seperti ditunjukkan dalam Gambar 13 sebagai berikut :



Sumber : Langhammer et al., 2007

Gambar 13. Pendekatan penentuan unit analisis, (a) pendekatan langsung; (b) pendekatan batas alami; (c) pendekatan dengan cara membagi areal kajian ke dalam grid

1. Pendekatan langsung

Satu unit analisis diasumsikan sebagai satu areal kajian, sehingga hanya menggunakan 1 (satu) unit analisis dengan luasan meliputi seluruh areal kajian. (Gambar 13.a). Pendekatan ini hampir tidak pernah dipraktikkan kecuali pada area-area yang sangat kecil (misal: pulau kecil/terisolasi). Apabila pendekatan ini diterapkan pada area yang luas akan memiliki bias yang besar sehingga tidak memiliki makna ekologi.

2. Pendekatan batas-batas alami

Pendekatan ini menggunakan batas-batas alami yang telah ada (existing), misalnya batas daerah aliran sungai, batas tutupan lahan, land system, dan lain-lain (Gambar 13.b). Penggunaan pendekatan ini cenderung lebih informatif, tetapi belum tentu dapat diterapkan untuk semua spesies.

3. Pendekatan dengan cara membagi areal kajian ke dalam grid

Grid yang disusun dapat berupa segitiga (triangle), kotak (square), berlian (diamond), segi enam (hexagon), atau segi enam melintang (transvers hexagon). Bentuk dan luasan grid ditentukan berdasarkan berbagai pertimbangan diantaranya mengikuti jarak terjauh wilayah jelajah atau okupansi satwa liar target yang akan digunakan dalam analisis dan ketersediaan alat bantu utama yang akan digunakan dalam kegiatan inventarisasi satwa target (Gambar 13.c).



Sumber : arcgis.com

Gambar 14. Berbagai macam bentuk grid

Sebagai ilustrasi, misalnya telah diketahui secara umum bahwa rata-rata luas okupansi harimau sumatera (*Panthera tigris sumatrae*) adalah 289 km² atau 28.900 hektare, maka luas masing-masing grid adalah 28.900 hektare. Namun demikian dapat berbeda pada setiap daerah/lokasi tergantung karakteristik area seperti ketersediaan pakan, adanya pesaing dan faktor pembatas lainnya. Meskipun grid kotak atau sering disebut fishnet adalah jenis bentuk yang paling banyak digunakan dalam analisis spasial dan pemetaan tematik, namun beberapa literatur menyarankan penggunaan grid berbentuk hexagon (Birch, 2007). Pendekatan ini mungkin akan terlihat lebih detail, namun tidak memperlihatkan hubungan dengan bagaimana karakteristik area tersebut, sehingga seringkali sedikit memiliki arti bagi spesies yang menjadi objek analisis, sehingga lebih baik digunakan pada area yang homogen.

E. Teknik Skoring

Model (sistem) skoring atau Weighted Linear Combination (WLC) digunakan untuk merepresentasikan tingkat kedekatan, keterkaitan, atau beratnya dampak tertentu pada suatu fenomena secara spasial. Setiap parameter masukan akan diberikan skor dan kemudian akan dijumlahkan untuk memperoleh tingkat keterkaitan. Hasil akhir dari sistem skoring adalah mengklasifikasikan tingkat keterkaitan parameter keluaran. Klasifikasi didasarkan pada nilai total skor dari setiap parameter masukan.

Analisis skoring merupakan proses penentuan skor dalam analisis data dan informasi kawasan dengan nilai keanekaragaman hayati tinggi di luar KSA, KPA dan TB. Data variabel utama yang telah dikumpulkan baik berupa data sekunder maupun primer selanjutnya dianalisis dengan sistem skoring. Model skoring dimulai dengan memberi skor pada setiap variabel utama. Setiap skor tersebut merepresentasikan tingkat pengaruh variabel utama terhadap penentuan nilai keanekaragaman hayati tinggi. Setelah setiap variabel diberi skor, proses selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai dengan cara mengalikan skor pada masing-masing kriteria dengan bobot pada masing-masing variabel. Hasil perhitungan nilai tersebut akan dibagi dalam jumlah yang dikenal dengan proses klasifikasi. Hasil akhir dari model skoring adalah klasifikasi nilai keanekaragaman hayati tinggi yang terbagi dalam kategori Tinggi, Sedang, dan Rendah.

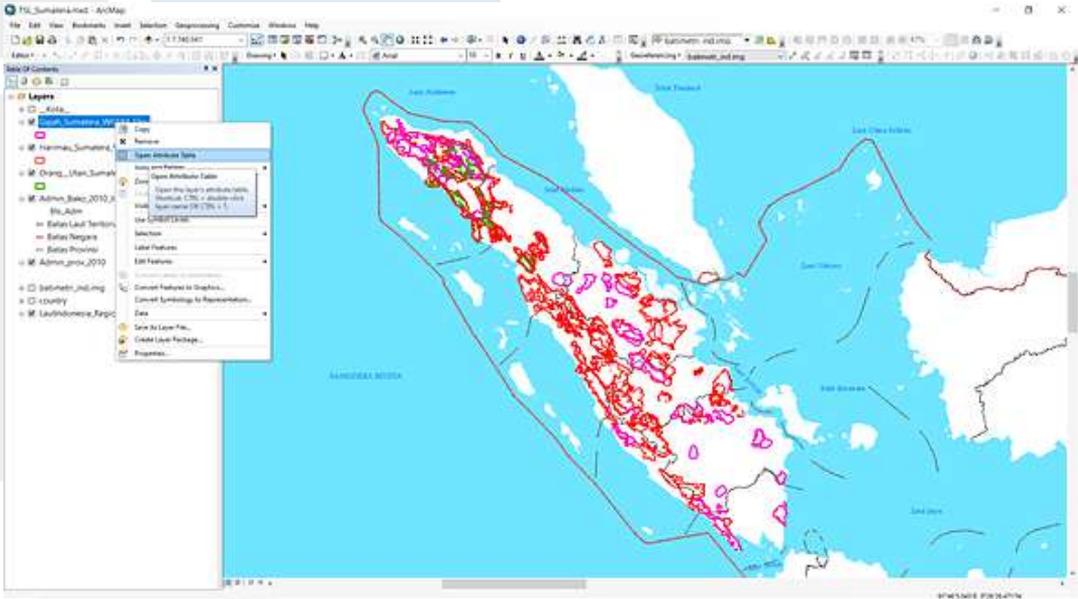
Sesuai dengan Petunjuk Teknis Inventarisasi dan Verifikasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di Luar KSA, KPA dan TB Nomor P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020, tahapan dalam menentukan kawasan dengan nilai keanekaragaman hayati tinggi di luar KSA, KPA dan TB adalah memberikan skor pada unit-unit analisis pada area of interest (areal kajian) melalui analisis skoring variabel utama dengan tahapan sebagai berikut:

1. Penyiapan Variabel Utama

Tahapan analisis skoring dimulai dengan penyiapan data variabel utama, yaitu Tumbuhan dan Satwa Liar, Penutupan Lahan, dan Ketersediaan Air. Tahapan ini diantaranya meliputi proses penggabungan data tumbuhan dan satwa liar, buffering data ketersediaan air dan clip data tutupan lahan sesuai dengan unit analisis area inventarisasi dan verifikasi kawasan dengan nilai keanekaragaman hayati tinggi di luar KSA, KPA dan TB. Langkah yang dilakukan adalah

a. Tumbuhan dan Satwa Liar

1. Melakukan penyiapan data Tumbuhan dan Satwa Liar (TSL) dengan menginput data TSL dan membuka data tabularnya sebagaimana ditunjukkan dalam contoh langkah pada Gambar 15. Ilustrasi langkah dimaksud merupakan salah contoh yang dapat dilakukan, namun dalam pelaksanaannya dapat menyesuaikan dengan pengelolaan data dan kondisi di masing-masing lokasi.



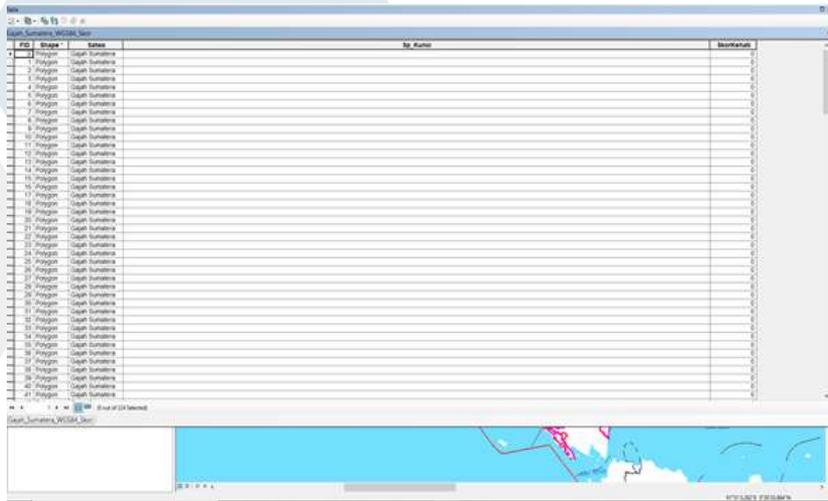
Gambar 15. Input Data TSL

2. Menambah kolom informasi spesies kunci tumbuhan dan satwa liar menggunakan "Add Field" dengan ketentuan berikut

Nama Field : Sp_Kunci
 Type : Text
 Panjang Field: 150

3. Langkah penyiapan data TSL selanjutnya, dilakukan apabila data yang tersedia merupakan data yang terdiri dari beberapa layer atau jenis tumbuhan dan satwa liar. Tambah kolom/field informasi skor variabel tumbuhan dan satwa liar menggunakan "Add Field" dengan ketentuan berikut :

Nama Field : SkorKehati
 Type : Short Integer
 Panjang Field: 5

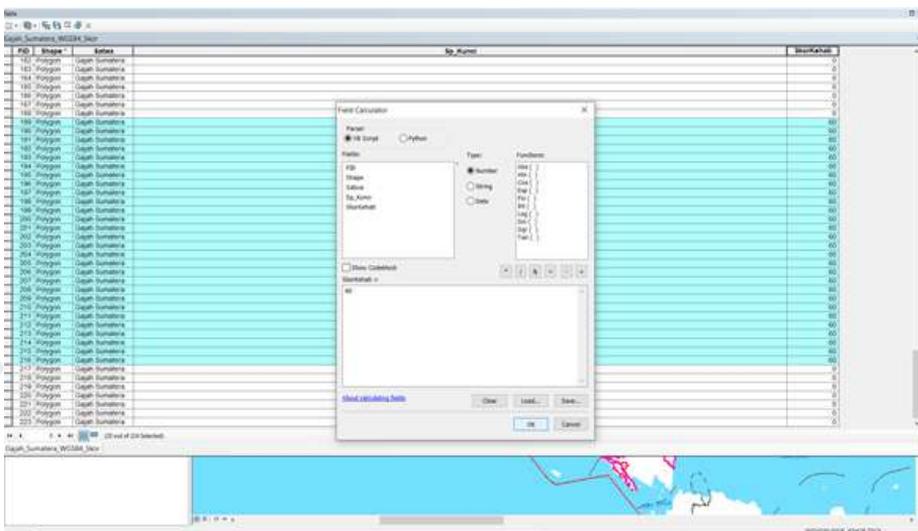


Gambar 16. Hasil field baru

- 4 Memasukkan skor kehati sesuai dengan kriteria data perjumpaan/penemuan tumbuhan dan satwa liar, menggunakan tool "Field Calculator" sebagaimana kriteria dan skor berikut :

Kriteria :

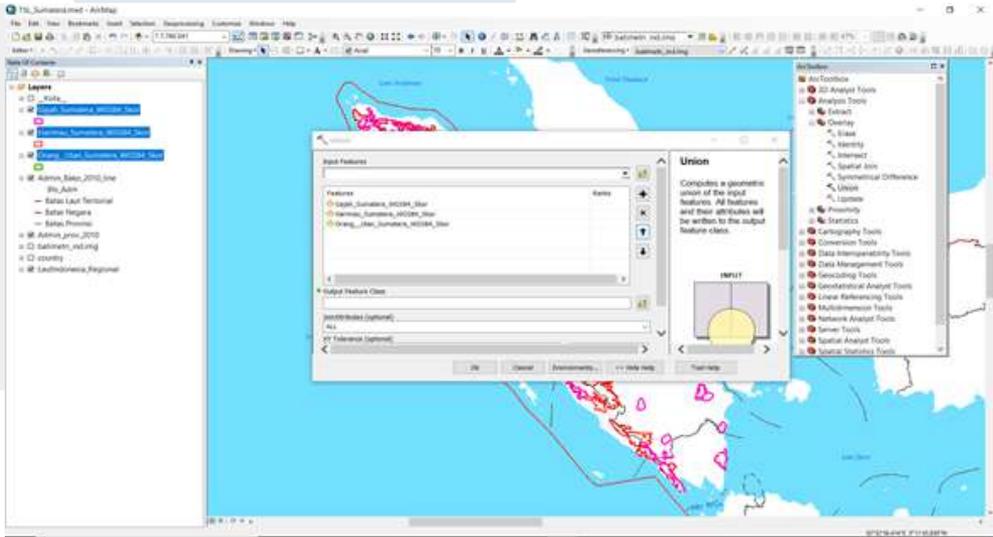
1. Data perjumpaan/penemuan terkonfirmasi*) yang bersumber dari dokumen <5 tahun terakhir = Skor 100
2. Data perjumpaan/penemuan terkonfirmasi yang bersumber dari dokumen 5 – 10 tahun = Skor 60
3. Tidak ada data perjumpaan/penemuan = Skor 20



Gambar 17. Proses Pemberian Skor Kehati

Ulangi langkah 1-4 di atas untuk data sebaran Tumbuhan dan Satwa Liar lainnya.

5. Menggabungkan beberapa data TSL dapat menggunakan tool “Union” pada beberapa data tumbuhan atau satwa liar sebagaimana ditunjukkan pada (Gambar 18) berikut



Gambar 18. Union Data Satwa Liar

6. Pada data hasil Union, selanjutnya melengkapi data tabular dengan cara klik “Open Attribute Table”. Kemudian, “Select by Attributes” pilih kolom/field “SkorKehati” dan masukkan filter query pada masing-masing TSL untuk disesuaikan dan dilengkapi skornya menggunakan tool “Field Calculator” dengan ketentuan sebagai berikut :

```

Filter Query

"SkorKehati" = 100 OR "SkorKeha_1" = 100 OR "SkorKeha_2" = 100
[SkorKehati = "100"]

"SkorKehati" = 0 AND "SkorKeha_1" = 60
[SkorKehati = "60"]

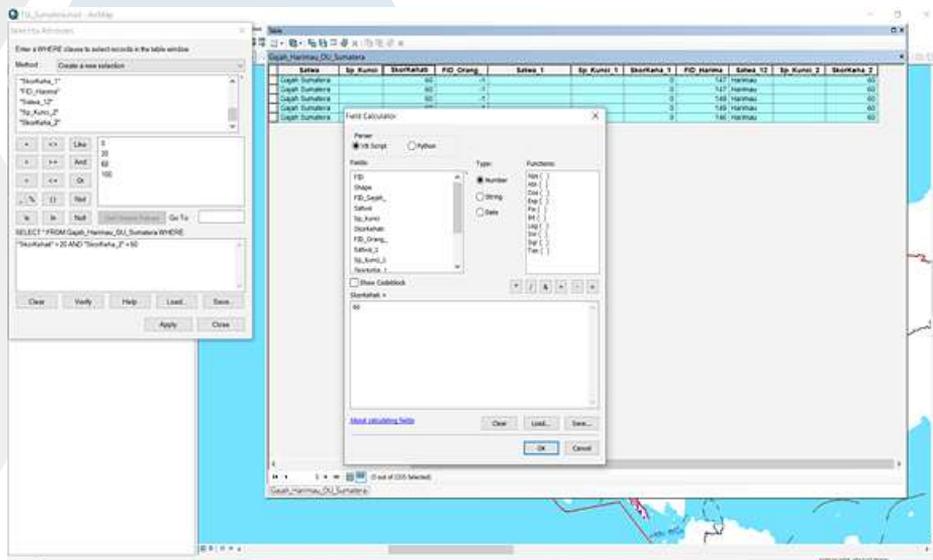
"SkorKehati" = 0 AND "SkorKeha_2" = 60
[SkorKehati = "60"]

"SkorKehati" = 20 AND "SkorKeha_1" = 60
[SkorKehati = "60"]

"SkorKehati" = 20 AND "SkorKeha_2" = 60
[SkorKehati = "60"]
    
```

catatan

- Pastikan skor terisi dengan nilai sesuai dengan kondisi perjumpaan/penemuan terkonfirmasi* data.
- Query dilakukan menyesuaikan jumlah jenis TSL yang di indikasikan berada di areal kajian, untuk mencari irisan dari beberapa data sebaran TSL yang memiliki nilai skor yang berbeda.
- Pastikan jika ada area beririsan yang memiliki skor lebih tinggi, maka skor yang diisikan merupakan skor yang paling tinggi.
- Jika semua data kondisinya sama (skornya sama), maka Langkah bagian ini dapat diabaikan.



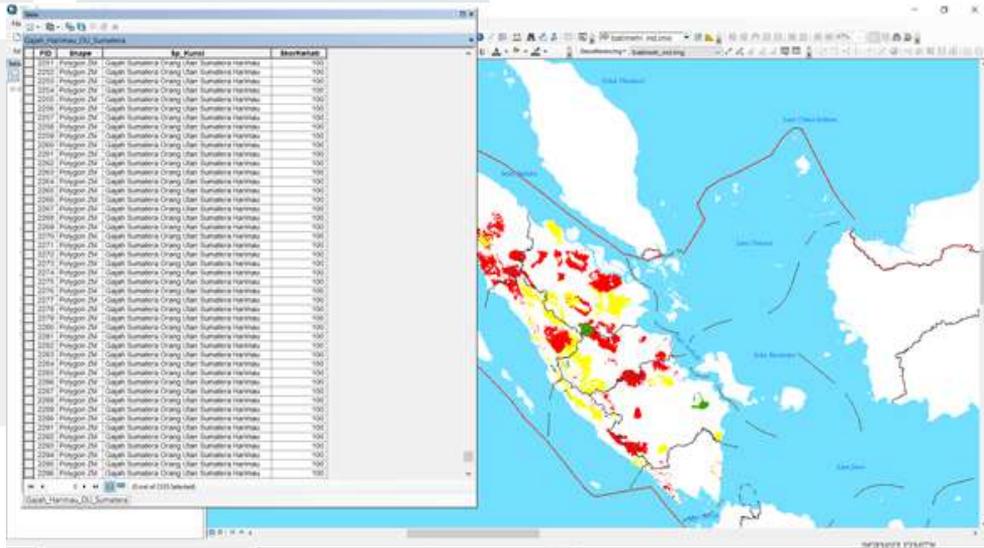
Gambar 19. Hasil Skoring

7. Menggabungkan informasi TSL dari semua informasi yang ada dalam kolom/field "Sp_Kunci" menggunakan "Field Calculator" sebagaimana Gambar 20 berikut.



Gambar 20. Penggabungan Informasi Satwa Liar

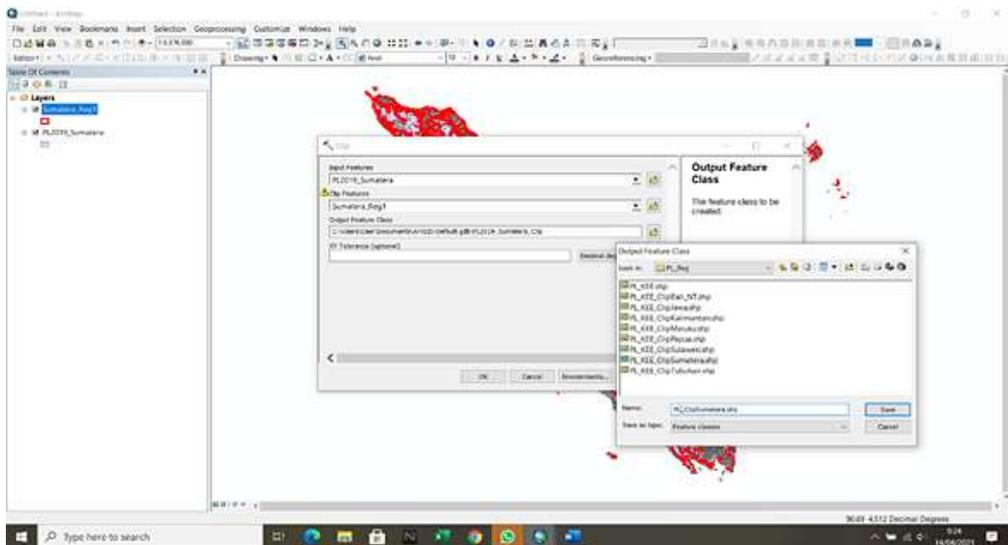
8. Membersihkan attribute table (data tabular) yang tidak diperlukan untuk proses selanjutnya, seperti pada Gambar 21.



Gambar 21. Attribute Table Hasil Penyiapan Data TSL

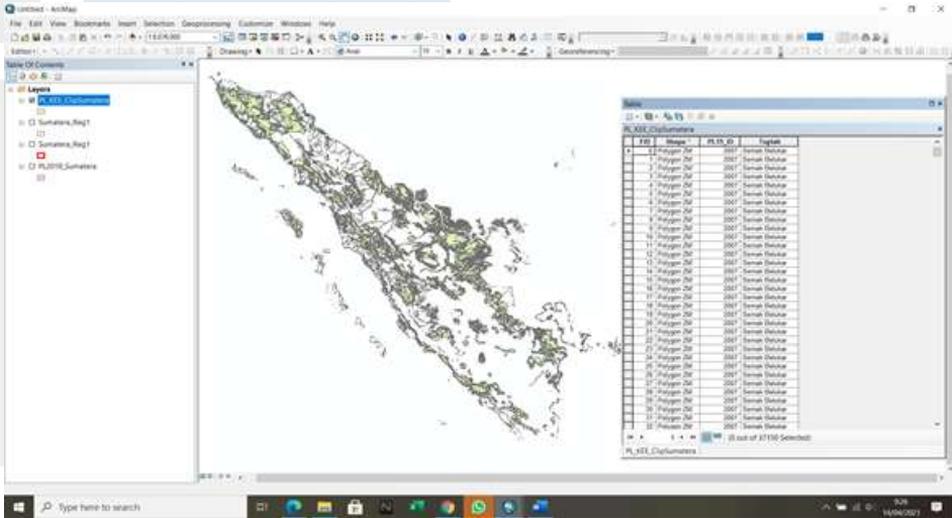
b. Tutupan lahan

1. Melakukan “clip” data tutupan lahan dengan poligon unit analisis menggunakan menu “Geoprocessing” (Gambar 22) dengan tujuan menghasilkan peta penutupan lahan pada unit analisis.



Gambar 22. Proses Clip Data Penutupan Lahan

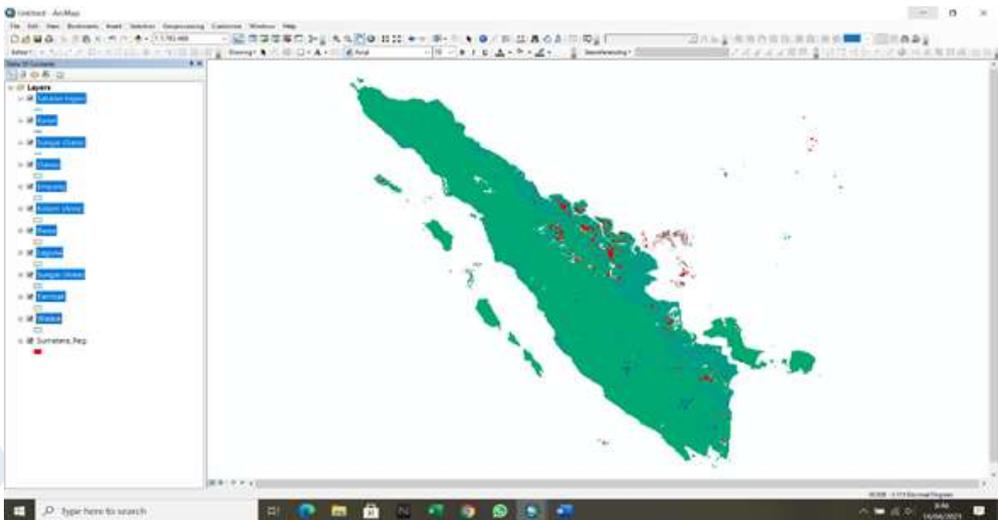
2. Hasil proses clip untuk data penutupan lahan akan muncul seperti Gambar 23.



Gambar 23. Hasil Proses Clip

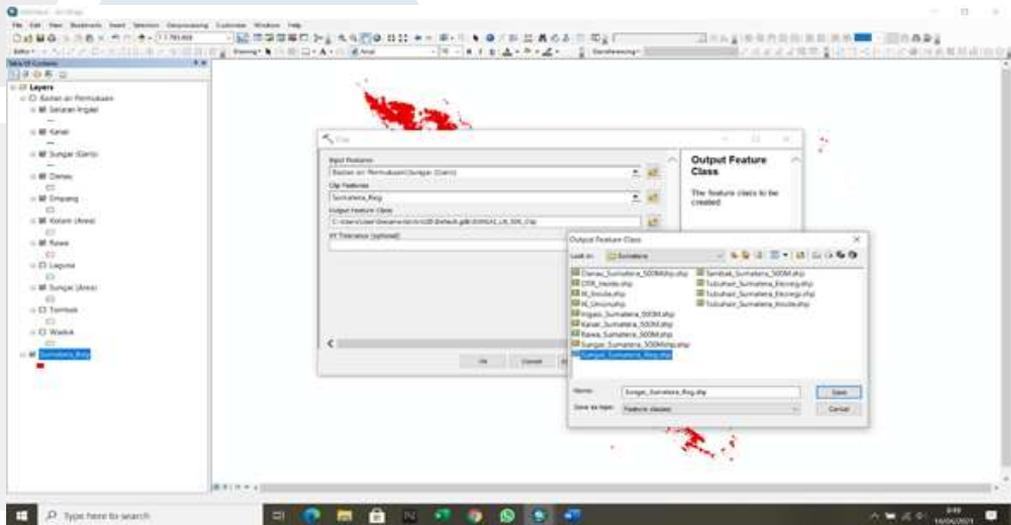
c. Ketersediaan Air Permukaan

1. Langkah persiapan data selanjutnya, dilakukan untuk persiapan data potensi ketersediaan air pada unit analisis. Masukkan data spasial badan air permukaan, seperti Sungai, Rawa, Saluran Irigasi, Danau, Empang, dan lain-lain ke dalam Layers (Gambar 24)



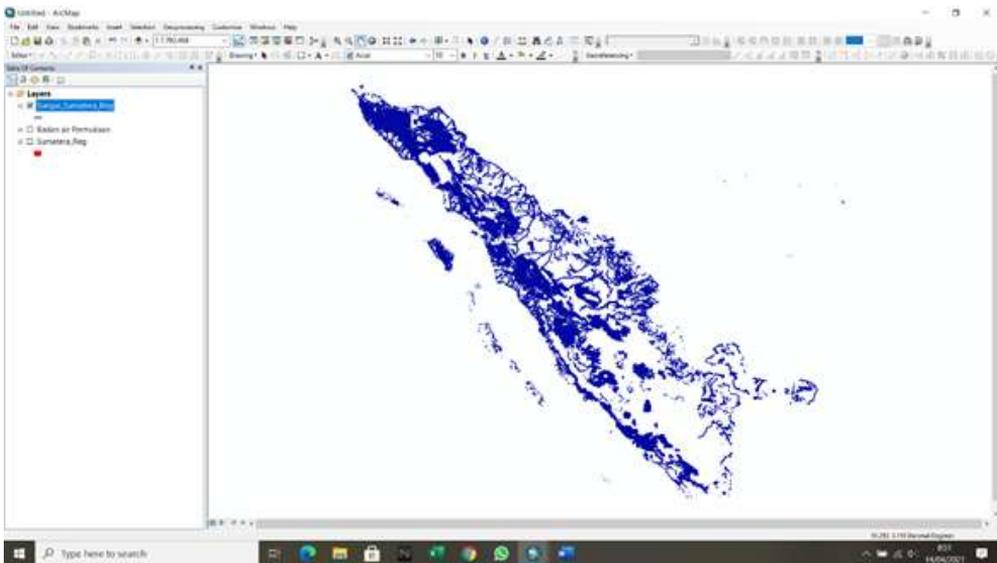
Gambar 24. Input Data Badan Air Permukaan

2. Melakukan proses clip pada masing-masing data ketersediaan air, sebagai contoh data sungai dipotong menggunakan tool "clip" dengan data unit analisis seperti Gambar 25.



Gambar 25. Proses Clip Data Sungai

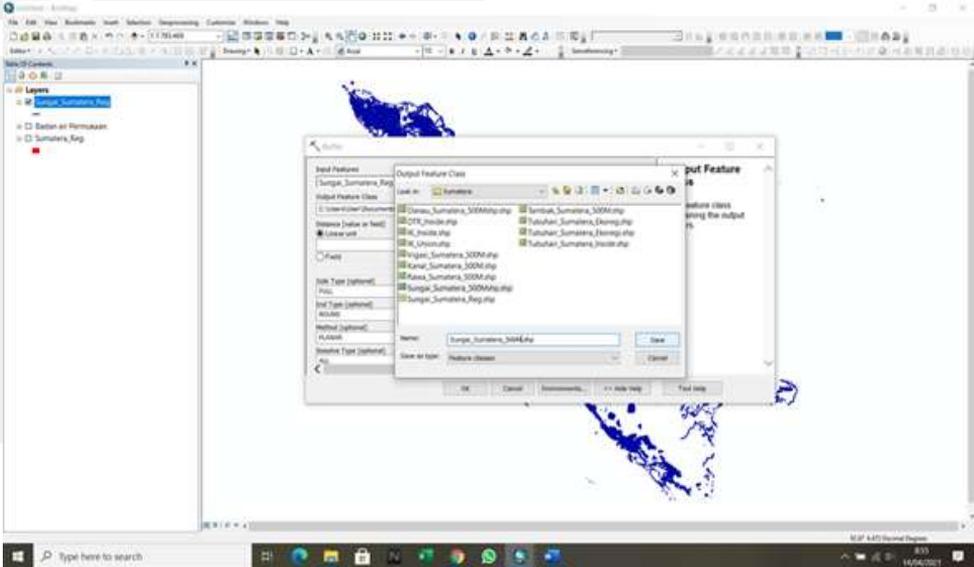
3. Hasil proses clip untuk data sungai akan muncul seperti Gambar 26. Lakukan proses serupa untuk data badan air lainnya, diantaranya Danau, Rawa, Mata air, Waduk, Irigasi, Kanal, dan Tambak



Gambar 26. Hasil Proses Clip Data Ketersediaan Air

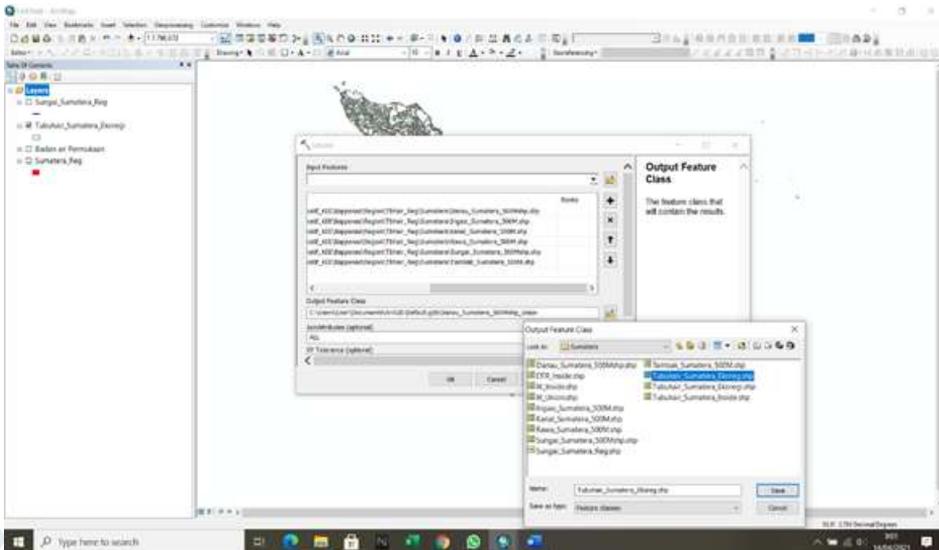
4. Melakukan proses buffering untuk masing-masing data badan air sesuai cakupan atau radius yang masih berdampak terhadap suatu titik atau garis dengan jarak tertentu sesuai dengan unit analisis. Dalam hal ini bisa menggunakan buffer 500 m atau menyesuaikan dengan kondisi unit.

5. Proses "Buffer" menggunakan menu "Geoprocessing" seperti Gambar 27.



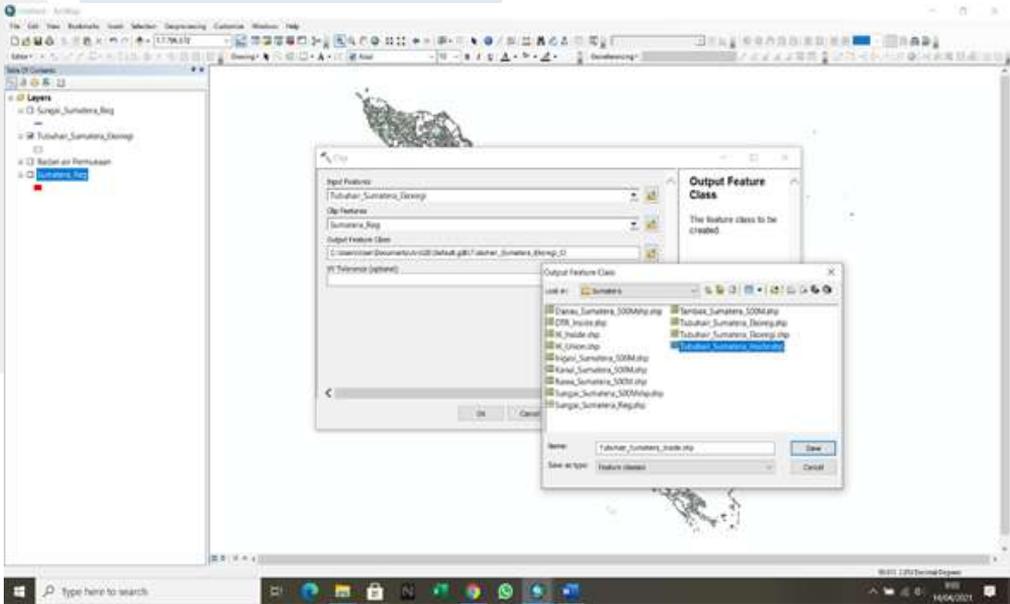
Gambar 27. Proses Buffer

6. Menggabungkan seluruh data badan air yang telah di buffer menggunakan menu "ArcToolbox" dengan tool "Union", seperti Gambar 28.



Gambar 28. Proses Union Data Buffer Badan Air

7. Melakukan proses “clip” kembali untuk data buffer hasil penggabungan dengan unit analisis, untuk menghilangkan area hasil buffering yang berada di luar unit analisis. Langkah ini ditunjukkan sebagaimana Gambar 29 berikut.



Gambar 29. Clip Hasil Buffering

8. Menambah “field” untuk tipe ketersediaan air pada tabel atribut peta hasil clip dan buffering, dengan nama “Tipe” dalam type “Text”. Kemudian masukkan (input) data karakteristik ketersediaan air sesuai dengan Petunjuk Teknis P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020 tentang Inventarisasi dan Verifikasi Kawasan dengan Nilai Keaneekaragaman Hayati Tinggi di Luar KSA, KPA dan TB. Dalam contoh pada Gambar 30 menggunakan pendekatan karakteristik Geomorfologi. Apabila data hasil interpretasi tipe ketersediaan air permukaan tidak sesuai dengan kondisi lapangan, maka data tersebut dapat diupdate sesuai hasil pengamatan lapang atau informasi dari sumber lain (data sekunder).

- b. Peta hasil overlay, selanjutnya diseragamkan data tabular dengan cara klik "Open Attribute Table". Penyeragaman data tabular pada masing-masing field menggunakan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 4. Kamus Data Inventarisasi Keanekaragaman Hayati Tinggi

No	Nama Field/Kolom	Ketentuan		
		Type	Panjang Field (Data Length)	Keterangan
1	KET	Text	50	nama calon kawasan yang akan di register, seperti nama KPH, kelompok hutan, habitat TSL, dan lain-lain
2	SP_KUNCI	Text	150	Informasi spesies kunci
3	PL_2019	Text	50	Informasi terkait penutupan lahan *kode <i>field</i> disesuaikan dengan tahun data tutupan lahan yang digunakan
4	REMARK	Text	250	Tipe data ketersediaan air
5	TIPE	Text	50	Jenis ketersediaan air menurut jumlah airnya
6	KODEPROV	Short Integer	5	Merujuk Ke Domain Kode Provinsi
7	KODEKAB	Short Integer	5	Merujuk Ke Domain Kode Kabupaten/Kota
6	WADMKK	Text	50	Kabupaten
7	WADMPR	Text	50	Provinsi
8	SKORKEHATI	Short Integer	5	Skor variabel tumbuhan dan satwa liar
9	SKORTUPLAH	Short Integer	5	Skor variabel tutupan lahan
10	SKORAIR	Short Integer	5	Skor variabel ketersediaan air
11	NILAI	Short Integer	5	Nilai hasil kalkulasi skor
12	LUAS_HA	Double	0	Luas poligon/area kehati
13	KATEGORI	Text	50	Kategori nilai keanekaragaman hayati tinggi

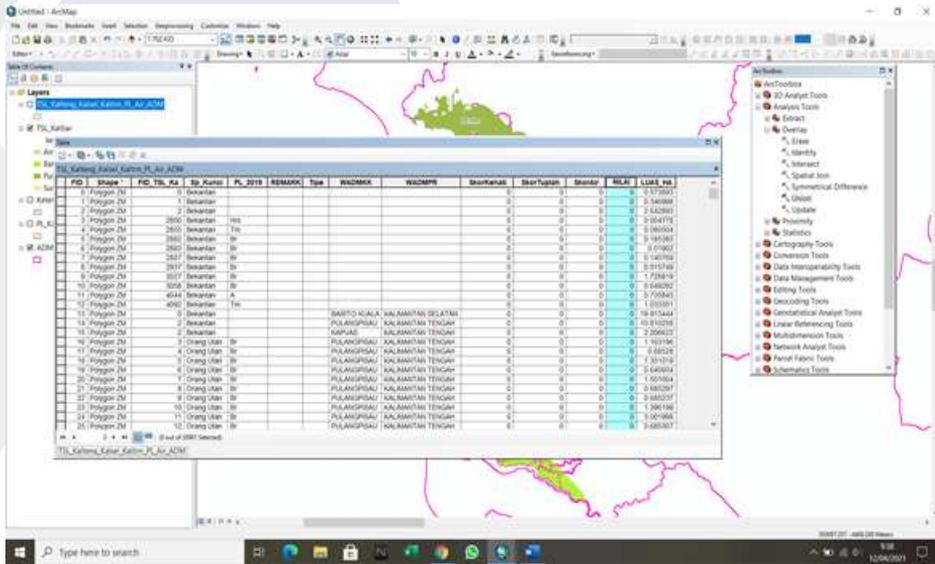
- c. Memberi skor pada masing-masing variabel yang menunjukkan nilai keanekaragaman hayati tinggi berdasarkan kriterianya sesuai kelas-kelas (clustering) variabel utama. Kriteria analisis skoring pada masing-masing variabel disajikan dalam Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Kamus Data Inventarisasi Keanekaragaman Hayati Tinggi

No	Variabel	Kriteria	Skor
1	Tumbuhan dan Satwa Liar dengan kriteria :	Data perjumpaan/penemuan terkonfirmasi*) yang bersumber dari dokumen <5 tahun terakhir	100
	a. Dilindungi;		
	b. Endemisitas;	Data perjumpaan/penemuan terkonfirmasi yang bersumber dari dokumen 5 – 10 tahun	60
	c. Distribusi populasi spesies terbatas/ terancam, spesies migran; dan/atau		
d. Simbol masyarakat adat/Pemerintah Daerah.	Tidak ada data perjumpaan/penemuan	20	
2	Penutupan Lahan	Vegetasi Primer	100
		Vegetasi Sekunder	60
		Vegetasi campuran/gangguan/buatan	20
3	Ketersediaan Air	<i>Permanen/Perennial</i>	100
		<i>Episodik/Intermittent</i>	60
		<i>Ephemeral</i>	20

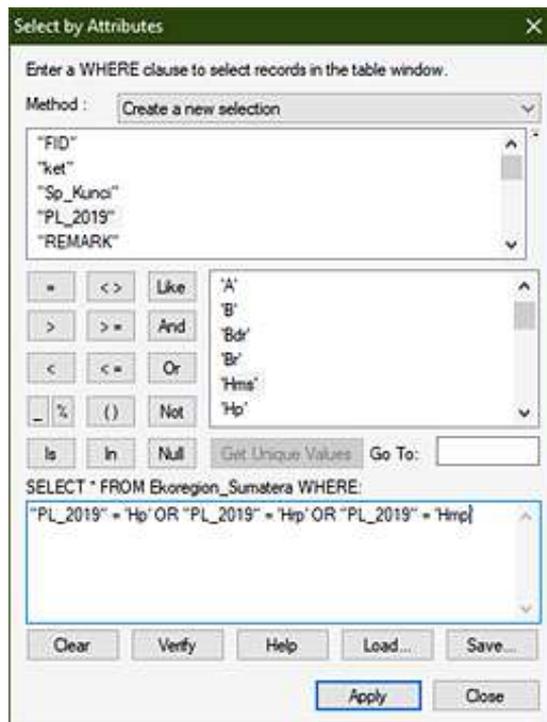
Langkah-langkah yang dilakukan pada tahapan pemberian skor adalah sebagai berikut :

1. Menambah "field" untuk skor tumbuhan dan satwa liar, skor penutupan lahan dan skor ketersediaan air pada tabel atribut peta hasil overlay, misalnya dengan nama "SkorTuplah" dalam type "double".



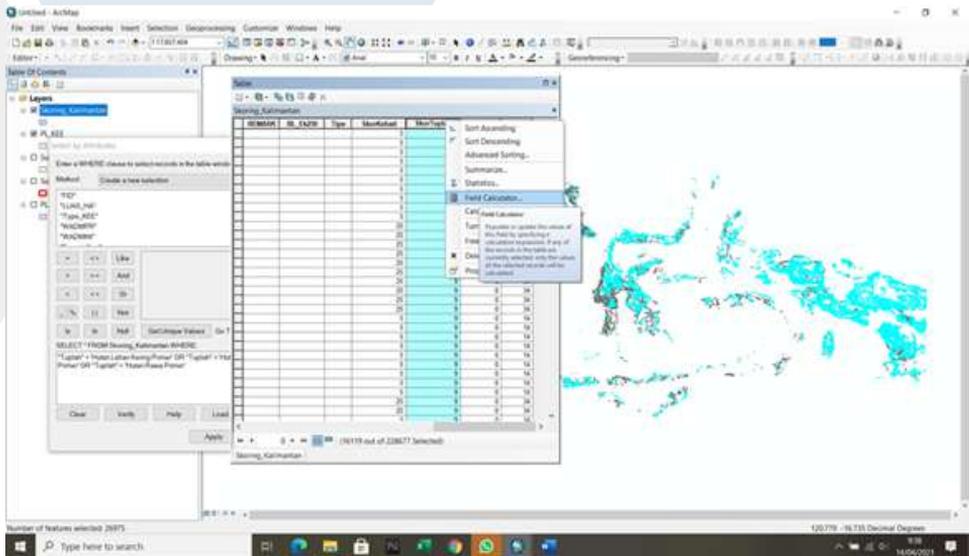
Gambar 32. Field Skor Penutupan Lahan

2. Langkah selanjutnya, merupakan proses clustering untuk masing-masing variabel utama sesuai dengan kriteria dan skor pada Tabel 5. Klik "select by attributes" pada tabel hasil overlay atau panel di layer ArcGIS. Pilih setiap field variabel utama berdasarkan kriterianya. Sebagai contoh variabel Tutupan Lahan Querying untuk kluster Vegetasi Primer sebagaimana pada Gambar 33.



Gambar 33. Querying untuk Kluster Vegetasi Primer
Catatan : Toponimi kelas penutupan lahan merujuk pada SNI 7645-2010

- Masukkan skor berdasarkan klaster datanya, dengan menggunakan tool “Field Calculator” pada masing-masing field skor yang telah di select by attribut (Langkah 2), misalnya untuk field “SkorTuplah” sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 34.



Gambar 34. Field Calculator untuk Memberi Skor

Querying Data Penutupan Lahan untuk kluster Vegetasi Primer:
 "PL_2019" = 'Hutan Lahan Kering Primer' OR "PL_2019" = 'Hutan Mangrove Primer' OR
 "PL_2019" = 'Hutan Rawa Primer'
 SkorPL_2019: 100

Querying Data Penutupan Lahan untuk kluster Vegetasi Sekunder:
 "PL_2019" = 'Hutan Lahan Kering Sekunder' OR "PL_2019" = 'Hutan Mangrove Sekunder' OR
 "PL_2019" = 'Hutan Rawa Sekunder' OR "PL_2019" = 'Semak Belukar' OR "PL_2019" = 'Semak
 Belukar Rawa' OR "PL_2019" = 'Rawa' OR "PL_2019" = 'Savana'
 SkorPL_2019: 60

Querying Data Penutupan Lahan untuk kluster Vegetasi campuran/gangguan/buatan:
 "PL_2019" = 'Transmigrasi' OR "PL_2019" = 'Tambak' OR "PL_2019" = 'Sawah' OR "PL_2019"
 = 'Pertanian Lahan Kering Campur Semak' OR "PL_2019" = 'Pertanian Lahan Kering' OR
 "PL_2019" = 'Pertambangan' OR "PL_2019" = 'Perbukitan' OR "PL_2019" = 'Perkebunan'
 OR "PL_2019" = 'Pelabuhan' OR "PL_2019" = 'Lahan Terbuka' OR "PL_2019" = 'Hutan
 Tanaman' OR "PL_2019" = 'Tubuh Air'
 SkorPL_2019: 20

Catatan :
 Untuk area bertutupan badan air skor dapat disesuaikan dengan kondisi setempat, apakah badan air tanpa gangguan, dengan gangguan sedang, atau ada campur tangan manusia di dalamnya

e. Klasifikasi nilai keanekaragaman hayati tinggi yang diperoleh kemudian dikelompokkan dalam 3 kategori, yaitu

- Tinggi, apabila nilai > 60
- Sedang, apabila nilai antara 40 - 60
- Rendah, apabila nilai < 40

Langkah yang dilakukan dalam proses klasifikasi adalah sebagai berikut :

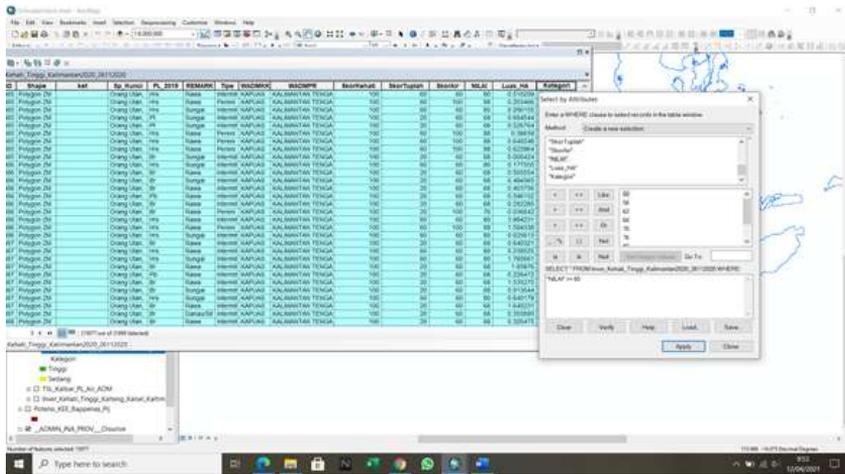
1. Klik "select by attributes" pada attribute table atau panel di layer. Pilih field "Nilai" dan masukkan nilai filter query pada masing-masing kategori klasifikasi nilai keanekaragaman hayati tinggi.

Filter Query

Kategori Tinggi = "NILAI" >60

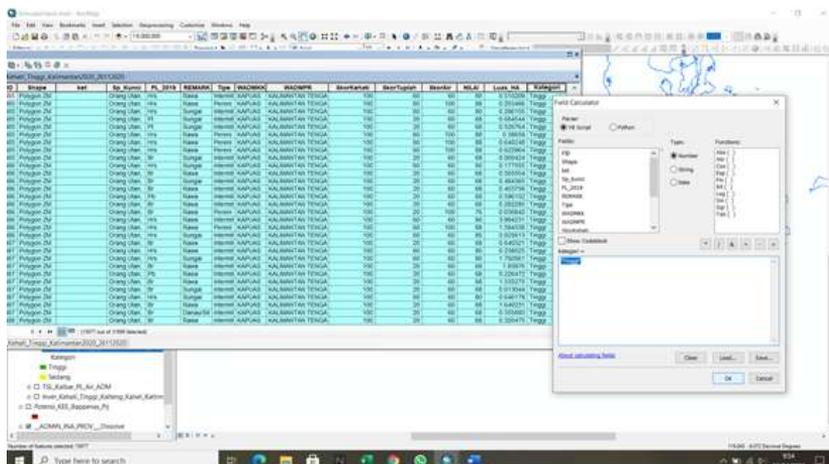
Kategori Sedang = "NILAI" <=60 AND "NILAI" >=40

Kategori Rendah = "NILAI" <40



Gambar 40. Contoh Memasukkan Nilai Filter Query pada Kategori Tinggi

2. Langkah selanjutnya tabel yang telah di select menggunakan filter query, kemudian diberi nama sesuai kategori keanekaragaman hayati menggunakan tool "Field Calculator..." sebagaimana contoh yang ditunjukkan pada Gambar 41.



Gambar 41. Contoh Pemberian Nama Data Atribut pada Kategori Tinggi

Hasil skoring perlu dielaborasi ketepatannya secara faktual dan diperkuat dengan basis informasi lainnya. Data hasil analisis skoring kemudian digabungkan dengan data dan informasi dari variabel penunjang, seperti tipe ekosistem, topografi, jenis tanah, stok karbon dan variabel pendukung lainnya. Penambahan data dan informasi dimaksud dapat menjadi pertimbangan tambahan dalam menentukan rekomendasi kawasan dengan nilai keanekaragaman hayati tinggi.

Kasus tertentu memungkinkan ditemukan kondisi tutupan lahan yang memiliki skor rendah, misalnya karena bentuk tutupan lahannya bukan hutan tetapi karst, savana, dan gambut. Terhadap temuan tersebut, harus tetap diinterpretasikan sebagai area penting untuk keanekaragaman hayati dan didelineasi sebagai habitat penting atau unik. Area-area yang secara khusus menjadi lokasi konflik manusia dan satwa liar serta area pelepasliaran satwa liar juga merupakan area penting yang memerlukan perhatian dan pemantauan, terlepas dari tutupan lahannya berhutan atau tidak. Keberadaan habitat penting dan unik ini menjadi dasar penyusunan rekomendasi kepada pihak pengelola areal yang dikaji, selain hasil skoring keanekaragaman hayati.

Interpretasi hasil harus selalu mengacu pada tujuan kajian disertai dengan pernyataan keterbatasan kajian. Pernyataan keterbatasan ini akan memperkuat pendekatan atau metode yang digunakan dalam kajian. Untuk memperkuat metode, sejumlah literatur ilmiah yang relevan perlu disitasi.

Penutup

IV

Pemerintah Republik Indonesia memberikan perhatian penuh terhadap isu keanekaragaman hayati dalam pembangunan nasional. Dengan demikian, akurasi dan validitas hasil dari kegiatan inventarisasi dan verifikasi area kawasan dengan nilai keanekaragaman hayati tinggi di luar KSA, KPA, dan TB sangat dibutuhkan. Unit Pelaksana Teknis Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem yang mendapat amanah melaksanakan kebijakan ini perlu bersiap dan memiliki kapasitas yang cukup untuk melewati keseluruhan proses yang diperlukan.

Pedoman ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Perdirjen P.8/KSDAE/SET.3/KUM.1/11/2020 tentang Petunjuk Teknis Inventarisasi dan Verifikasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di Luar Kawasan Suaka Alam (KSA), Kawasan Pelestarian Alam (KPA), dan Taman Buru (TB). Tahapan-tahapan yang terdapat pada pedoman ini hendaknya dapat menjadi referensi awal, diperkuat dengan referensi lainnya, dan tentunya dilaksanakan secara partisipatif, dengan melibatkan para pihak dalam proses kajian dan pembahasan hasil analisis.

Pedoman ini diharapkan dapat bermanfaat dalam mendukung proses inventarisasi dan verifikasi secara keseluruhan. Selanjutnya, Direktorat Bina Pengelolaan Ekosistem Esensial akan memberikan bimbingan dan mentoring kepada Unit Pelaksana Teknis Direktorat Jenderal KSDAE selaku pelaksana teknis kegiatan. Unit Pelaksana Teknis yang telah melaksanakan Inventarisasi dan Verifikasi Kawasan dengan Nilai Keanekaragaman Hayati Tinggi di Luar KSA, KPA dan TB agar melaporkan hasil kegiatan kepada Direktur Jenderal KSDAE dengan ditembuskan kepada Direktur lingkup Ditjen KSDAE. Hasil kegiatan ini selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan pengelolaan keanekaragaman hayati di luar KSA, KPA dan TB.

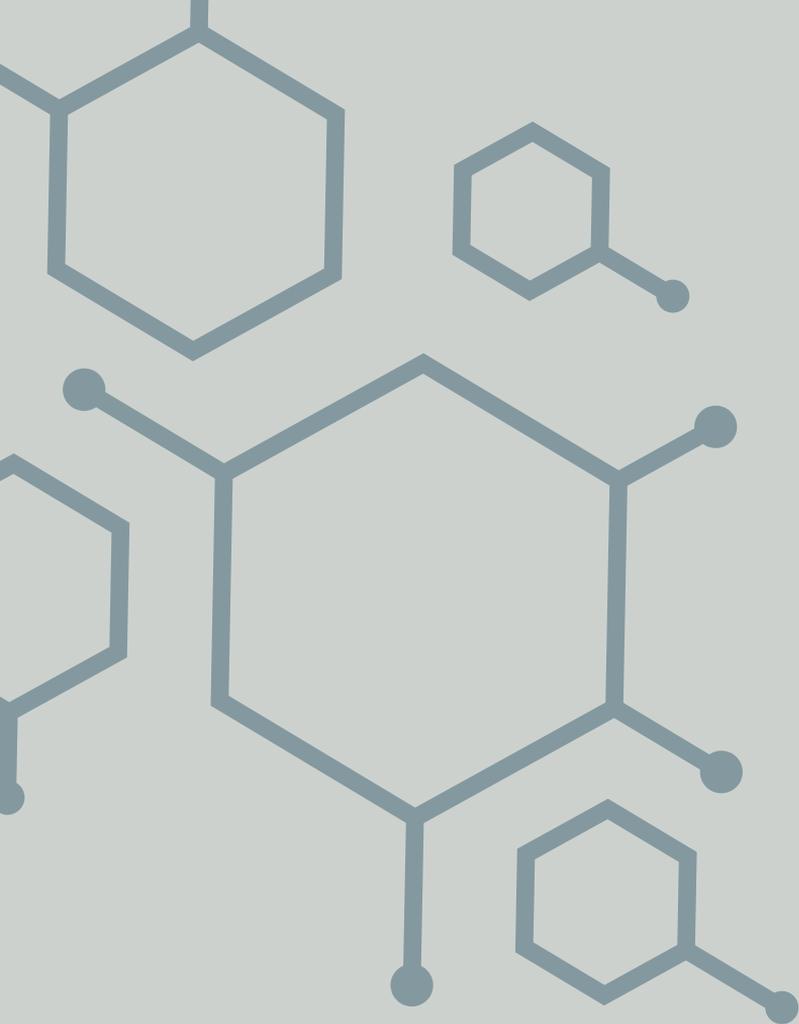
Daftar Pustaka

- Adriaensen, F., J.P. Chardon, G. De Blust, E. Swinnen, S. Villalba, H.Gulinck, E. Matthysen. The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model, *Landscape and Urban Planning*. Volume 64, Issue 4, 2003, Pages 233-247, ISSN 0169-2046
- Bax, Vincent & Francesconi, Wendy. 2018. Conservation gaps and priorities in the Tropical Andes biodiversity hotspot: Implications for the expansion of protected areas. *Journal of Environmental Management*. 232. 387-396. 10.1016/j.jenvman.2018.11.086.
- Birch, CPD, Oom SP, and Beecham, JA. 2007. Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment, and simulation in ecology. *Ecological Modelling*, Vol. 206, No. 3-4, pp. 347-359.
- Booth, T. H., Nix, H. A., Busby, J. R., & Hutchinson, M. F. 2014. BIOCLIM: The first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies. *Diversity and Distributions*, 20, 1-9
- Boyle, Sarah A., Waldete C. Lourenço, Lívia R. da Silva, and Andrew T. Smith. 2009. Home Range Estimates Vary with Sample Size and Methods. *Folia Primatologica*, 80: 33-42
- Burgman M. A. & Fox J.C. 2003. Bias in species range estimates from minimum convex polygons: implications for conservation and options for improved planning. *Animal Conservation* 6, 19-28
- Burung Indonesia, 2014, CEPF Wallacea Ecosystem Profile.
- Carpenter, G.; Gillison, A. N.; Winter, J. 1993. DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity & Conservation*, v. 2, n. 6, p. 667-680
- Cooperrider AY. 1986. Habitat Evaluation Systems In: AY Cooperrider, RJ Boyd and HR Stuart (eds.). 1986. *Inventory and Monitoring of Wildlife Habitat*. U.S Dept. Inter., Bur Land Manage. Service Center. Denver, Co. pp 757-776.
- D. Erran Seaman; Roger A. Powell. 1996. An Evaluation of the Accuracy of Kernel Density Estimators for Home Range Analysis. *Ecology*, Vol. 77, No. 7, pp. 2075-2085.
- Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan. 2019. *Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia Tahun 2018*. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34:487-515.
- Farina, A. 1998. *Principles and Methods in Landscape Ecology* (1st ed.). Chapman & Hall.

- Forman R.T.T. 1995. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. New York: Cambridge University Press 632 p.
- Fritz H and A Loison. 2006. Large herbivores across biomes In: K Danell, P Ducan, R Bergström and J Pastor (eds.) 2006 Large Herbivore Ecology, Ecosystem Dynamics and Conservation. New York: Cambridge University Press. pp 19-49.
- Girard, I., Ouellet, J., Courtois, R., Dussault, C., & Breton, L. 2002. Effects of Sampling Effort Based on GPS Telemetry on Home-Range Size Estimations. *The Journal of Wildlife Management*, 66 (4), 1290-1300. doi:10.2307/3802962
- Gosling LM. 2003. Adaptive Behavior and Population Viability In: M Festa-Bianchet and M Apollonio (eds.). 2003. *Animal Behavior and Wildlife Conservation*. Washington: Island Press. pp 13-30.
- Guisan, A., Edwards, Jr T.C., & Hastie, T. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*. 157. 89-100 pp
- Hemson, G., Johnson, P., South, A., Kenward, R., Ripley, R., Macdonald, D., 2005. Are kernels the mustard? Data from global positioning system (GPS) collars suggests problems for kernel home-range analyses with least-squares cross-validation. *Journal of Animal Ecology* 74, 455–463
- Hodge DC Editor. 1996. Defining Spatial Units in Geographic Research, *The Professional Geographer*, 48:3, 298, DOI: 10.1111/j.0033-0124.1996.00298
- Hong EL, Balakrishnan R, Dong Q, Christie KR, Park J, Binkley G, Costanzo MC, Dwight SS, Engel SR, Fisk DG, Hirschman JE, Hitz BC, Krieger CJ, Livstone MS, Miyasato SR, Nash RS, Oughtred R, Skrzypek MS, Weng S, Wong ED, Zhu KK, Dolinski K, Botstein D, Cherry JM. Gene Ontology annotations at SGD: new data sources and annotation methods. *Nucleic Acids Res.* 2008 Jan;36(Database issue):D577-81. doi: 10.1093/nar/gkm909. Epub 2007 Nov 3. PMID: 17982175; PMCID: PMC2238894
- IUCN Red List Technical Working Group. 2019. Mapping Standards and Data Quality for IUCN Red List Spatial Data. Version 1.18, 18(August), 1–30. Retrieved from <https://www.iucnredlist.org/resources/mappingstandards>
- Johnson AR, CR Allen, and KAN Simpson. 2004. Estimating Functional Connectivity of Wildlife Habitat and Its Relevance to Ecological Risk Assessment In: LA Kapustka, H Galbraith, M Luxon, and GR Biddinger (eds.). 2004. *Landscape Ecology and Wildlife Habitat Evaluation: Critical Information for Ecological Risk Assessment, Land-Use Management Activities, and Biodiversity Enhancement Practices*. ASTM STP 1458, ASTM International, West Conshohocken, PA. pp 41-55.
- Elith, J., H. Graham, C., P. Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., E. Zimmermann, N. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2), 129–151.
- Evans, J. S., Murphy, M. A., Holden, Z., & Cushman, S. (2011). Modeling Species Distribution and Change Using Random Forest. *Predictive Species and Habitat Modeling in Landscape Ecology: Concepts and Applications*, (June 2014), 1–313. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7390-0>

- Kronfeld-Schor N and T Dayan. 2003. Partitioning of time as an ecological resource. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34:153–81.
- Langhammer PF, Bakarr, MI, Bennun, LA, Brooks, TM., Clay, R.P., Darwall, W., De Silva, N., Edgar, G.J., Eken, G., Fishpool, L.D.C., Fonseca, G.A.B. da, Foster, M.N., Knox, D.H., Matiku, P., Radford, E.A., Rodrigues, A.S.L., Salaman, P., Sechrest, W., and Tordoff, A.W. 2007. Identification and Gap Analysis of Key Biodiversity Areas: Targets for Comprehensive Protected Area Systems. Gland. Switzerland: IUCN.
- Lichti, N.I. and Swihart, R.K. 2011. Estimating utilization distributions with kernel versus lokal convex hull methods. *The Journal of Wildlife Management*, 75: 413–422. <https://doi.org/10.1002/jwmg.48>
- Lindenmayer DB and JF Franklin. 2002. *Conserving Forest Biodiversity: A comprehensive multiscaled approach*. Washington: Island Press. 351p.
- L. Tischendorf, L. Fahrig. 2000. Biology; *Oikos*. This paper examines the usage and measurement of “landscape connectivity” in 33 recent studies.
- Moore, A. L., McCarthy, M. A., Parris, K. M., & Moore, J. L. 2014. The optimal number of surveys when detectability varies. *PLoS ONE*, 9(12), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115345>
- Morrison ML, BG Marcot and RW Mannan. 2006. *Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and applications*. 3rd Edition. Washington: Island Press. 493p.
- Newman, Z.L., Hoagland, A., Aghi, K., Worden, K., Levy, S.L., Son, J.H., Lee, L.P., Isacoff, E.Y. 2017. Input-Specific Plasticity and Homeostasis at the *Drosophila* Larval Neuromuscular Junction. *Neuron* 93(6):1388--1404.e10
- Ostro, L. E. T., Young, T. P., Silver, S. C. & Koontz, F. W. 1999. A geographic information system method for estimating home range size. *J. Wildl. Mgmt.* 63: 748–755
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259
- Powell RA and MS Mitchell. 2012. What is a home range?. *Journal of Mammalogy*, 93(4):948–958
- Primajati, M., Hamidi, A., Iyan, R., Shomat, F., & Budiawan, S. (2018). Predicting suitable habitat of the threatened and endangered tree *Dipterocarpus littoralis* in West Nusakambangan Nature Reserve, Indonesia using maximum entropy modelling. *Proceeding International Conference on Tropical Conservation and Utilization Celebrating Bicentenary of Bogor Botanic Gardens*.
- Row JR and Blouin-Demers, G. 2006. Kernels Are Not Accurate Estimators of Home-Range Size for Herpetofauna. *Copeia*, 2006 (4), 797-802.
- Seaman, D. E. & Powell, R. A. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology* 77: 2075–2088
- Sinclair ARE, JM Fryxell and G Caughley. 2006. *Wildlife Ecology, Conservation, and Management* Second Edition. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. 469p.

- Skórka P, M Lenda, R Martyka and S Tworek. 2009. The use of metapopulation and optimal foraging theories to predict movement and foraging decisions of mobile animals in heterogenous landscapes. *Landscape Ecology* 24:599-609.
- Swihart RK, NA Slade and BJ Bergstrom. 1988. Relating body size to the rate of home range use in mammals. *Ecology* 69(2):393-399.
- Syarifuddin, A. 2000. *Sains Geografi*. Jakarta: Bumi Aksara
- Taylor, J. N. ; Schober, T. J. ; Bean, S. R., 2006. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Cereal Science*, 44: 252–271
- Van Proosdij, A. S. J., Sosef, M. S. M., Wieringa, J. J., & Raes, N. 2016. Minimum required number of specimen records to develop accurate species distribution models. *Ecography*, 39(6), 542–552. <https://doi.org/10.1111/ecog.01509>
- Wibisono, H. T., Wahyudi, H. A., Wilianto, E., Romaria Pinondang, I. M., Primajati, M., Liswanto, D., & Linkie, M. (2018). Identifying priority conservation landscapes and actions for the Critically Endangered Javan leopard in Indonesia: Conserving the last large carnivore in Java Island. *PLoS ONE*, 13(6), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198369>
- Wood P., Hanom bashari, Agus hermansyah, Jihad. S. udin, Hilda lionata, shinta pardede, ria saryanthi dan bambang tetuka, 2015, defining priorities in the midst of uncertainties, the CEPF ecosystem profile process for wallacea. *TAPROBANICA*. Vol. 07, No. 03: pp. 126–133
- Zhang, L., Huettmann, F., Zhang, X., Liu, S., Sun, P., Yu, Z., & Mi, C. (2019). The use of classification and regression algorithms using the random forests method with presence-only data to model species' distribution. *MethodsX*, 6, 2281–2292. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.09.035>



Direktorat Bina Pengelolaan Ekosistem Esensial
Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
2021