Draft Panduan Survei Kehati

Fauna & Flora International`s Indonesia Programme

Table of contents

# Prakata

## **Untuk siapa panduan ini?**

Panduan ini ditujukan untuk siapa saja yang tertarik melakukan survei keanekaragaman hayati (kehati), terutama bagi praktisi di dalam Fauna & Flora International`s Indonesia Programme (FFI’s IP). Panduan ini disusun agar pemantauan kehati dapat dilakukan dengan standar minimum yang sama, akurat, dan dapat digunakan untuk pengambilan keputusan ilmiah.

Panduan ini adalah ringkasan umum untuk melakukan pemantauan pada empat taksa berikut: Avifauna, Herpetofauna, Mamalia, dan Vegetasi yang terdapat dalam bioma terestrial. Panduan ini didasarkan pada beberapa asumsi yang harus dipenuhi, dan juga memiliki beberapa keterbatasan yang disesuaikan dengan target dan luaran dari survei yang dilakukan.

Analisa yang nanti disajikan dalam panduan ini merupakan penyederhanaan penjelasan dengan tujuan untuk memperkenalkan hasil dari analisa, sehingga kesimpulan yang lebih menyeluruh diharapkan dapat digali sendiri oleh para pembaca

Kami juga menyadari bahwa metode pemantauan kehati terus berkembang, sehingga kami mengharapkan umpan balik dari pembaca agar panduan ini dapat terus diperbaiki sesuai dengan kebutuhan para praktisi konservasi yang menggunakannya. Pembaca dapat turut berkontribusi dengan mengirimkan [email kepada kami](mailto:ryan.avriandy@fauna-flora.org) atau mengirimkan isu ke laman [github kami](https://github.com/ryanavri/surveikehati).

## Kontributor

Panduan ini dibuat dengan sumbangsih dari banyak kontributor, diantaranya adalah; [Ady Kristanto](https://www.linkedin.com/in/ady-kristanto-20687a3b/), [Andhy Sayogo](https://www.linkedin.com/in/andhy-ps-563b3564/), Andri Irawan, [Arief Hamidi](https://www.linkedin.com/in/arief-hamidi-9b123aab/?originalSubdomain=id), [Dwiyanto](https://www.linkedin.com/in/dwiyanto-dwiyanto-6481541ab/), [Fransisca Noni](https://www.linkedin.com/in/fransisca-noni-tirtaningtyas-0a968330/), [Jarian Permana](https://www.linkedin.com/in/jarianpermana/), [Ryan Avriandy](https://www.linkedin.com/in/ryan-avriandy-951b97156/), [Yanuar Ishaq](https://www.linkedin.com/in/yanuar-ishaq-dwi-cahyo-6a85a31a3/), Yogi Satrio Wibowo, [Zana Pandya Pratisara](https://www.linkedin.com/in/zanapandya/)

# 1. Pendahuluan

Survei keanekaragaman hayati bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai keberadaan satwa liar pada suatu wilayah tertentu dalam waktu tertentu. Secara umum, survei keanekaragaman hayati memiliki dua keluaran, yaitu inventarisasi dan monitoring.

Inventarisasi bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai fauna dan flora pada suatu area, yang nantinya dapat digunakan sebagai data dasar (baseline data). Pada kegiatan ini, biasanya hanya diperlukan konfirmasi apakah suatu spesies berhasil teridentifikasi di suatu area atau tidak.

Sementara itu, monitoring dilakukan lebih dari satu kali dalam tahun atau musim yang berbeda untuk mendeteksi perubahan dalam suatu komunitas biologi. Monitoring juga digunakan untuk melihat efek dari suatu kegiatan, seperti perambahan kawasan terhadap komunitas burung liar atau pencemaran sungai terhadap mortalitas amfibi. Pada monitoring, dibutuhkan penilaian kuantitatif yang kuat, daripada sekedar konfirmasi keberadaan spesies.

Mendapatkan nilai atau jumlah dari spesies yang seluruhnya menghuni suatu kawasan cukup sulit, terlebih di hutan tropis yang lebat dengan tingkat visibilitas yang rendah. Oleh karena itu,[rancangan survei](#sec-rancangansurvei) yang tepat harus dimiliki untuk mendapatkan sampel yang representatif dari kawasan tersebut . Sindrom data “sampah masuk, sampah keluar” juga berlaku untuk survei keanekaragaman hayati. Jika kualitas data yang dikumpulkan lemah dan rancangan surveinya kurang menggambarkan areal terkait, maka sulit untuk menganalisa dan menginterpretasi data. Prosedur pengambilan sampel harus mengikuti [protokol survei](#sec-protokol) di lapangan dengan benar untuk memastikan pengumpulan data yang konsisten dengan kualitas terbaik.

[Analisis data](#sec-analisadata) merupakan bagian mendasar setelah survei selesai, dan pada saat mempersiapkan rancangan survei, konsultasi dengan seorang ahli statistik satwa liar yang berpengalaman akan sangat bermanfaat untuk mempersiapkan analisis yang tepat.

Selain itu, hasil survei seringkali menjadi laporan kepada donor atau publikasi ilmiah, sehingga data-data yang sudah didapatkan menjadi sangat berharga dan diperlukan untuk pengambilan keputusan yang tepat serta memastikan data yang sudah didapat masih relevan untuk digunakan hingga bertahun-tahun kedepan. Oleh karena itu, pengarsipan data juga bagian yang sangat penting dan akan dibahas pada bagian [pengelolaan data](#sec-pengelolaandata) keanekaragaman hayati.

# 2. Pra-Survei

## 2.1 Keselamatan Kerja

Survei kehati seringkali dilakukan di daerah terisolir, jauh dari sarana umum dan kebutuhan akan bantuan medis profesional sulit dijangkau. Oleh karena itu penting untuk selalu sadar mengenai bahaya yang mengintai setiap saat, sehingga kita harus selalu waspada selama berkegiatan. Dibawah ini merupakan beberapa tips untuk dapat diikuti.

**Selalu bekerja bersama tim.** Jangan pernah melakukan pengamatan sendirian, pastikan minimal ada satu anggota lain yang ikut. Jika terjadi kecelakaan kerja, atau kondisi darurat, akan ada rekan kerja yang dapat memberikan pertolongan. Keberadaan rekan kerja juga mengurangi resiko tersesat saat pengamatan.

**Memberikan rencana perjalanan di luar tim.** Pastikan rekan kerja selain orang di luar tim survei, tahu rencana perjalanan dan kapan kalian akan kembali. Mereka dapat memberikan pertimbangan untuk melakukan evakuasi, jika kalian belum kembali dari waktu yang sudah direncakan. Rencana ini lebih baik jika ditulis detil hari per hari, sehingga mereka tahu perkiraan anda berada dimana pada suatu tanggal spesifik.

**Persiapkan peralatan keselamatan dengan seksama.** Pastikan membawa peta, kompas dan GPS jika ingin melakukan pengamatan di luar jalur. Membawa senter dan alat penerang jika estimasi perjalanan kalian hingga malam. Membawa peralatan pertolongan pertama jika berjalan jauh dari kamp utama. Membawa suplai makanan ekstra untuk melalui medan yang belum dikenal jika terdapat kelebihan hari.

**Persiapan untuk dapat memberikan pertolongan pertama.** Ada baiknya seluruh anggota tim, dilatih untuk dapat memberikan pertolongan pertama dengan benar dari pelaku medis profesional setempat (Dokter, petugas puskesmas, KSR PMI dll). Sehingga mereka sudah siap memberikan pertolongan kepada siapapun yang membutuhkan. Peralatan pertolongan pertama yang akan dibawa setidaknya mencakup; seperangkat peralatan penutup luka, tablet antibiotik, tablet malaria, bubuk rehidrasi, salep atau bedak anti jamur dan anti gatal, salep luka bakar dan *snake bite-kit*.

**Persiapkan jalur evakuasi.** Persiapkan rute evakuasi, seperti titik evakuasi terdekat, kendaraan yang sudah siap sedia untuk menjemput tim yang perlu dievakuasi, sarana medis yang akan digunakan, protokol komunikasi dll.

**Menggunakan tenaga lokal.** Masyarakat lokal yang memiliki rutinitas berkegiatan di hutan dapat memberikan masukan mengenai jalur yang akan digunakan dan akan lebih waspada terhadap kondisi di kawasan tersebut (Potensi pohon tumbang, area rawan longsor dll).

**Hindari organisme dan area berbahaya.** Meskipun tujuan survei adalah untuk kajian jenis-jenis ular sekalipun, hindari menangkap ular berbisa. Jika kalian ragu apakah hewan tersebut berbahaya atau tidak sebaikmya tetap dihindari. Beberapa tumbuhan juga dapat menyebabkan gatal-gatal seperti jenis-jenis jelatang (*Dendrocnide sp*), beberapa lebah ada yang membuat sarang disemak-semak yang apabila tersentuh akan menyerang. Semakin sering ke lapangan anda akan dapat menghindari kejadian-kejadian tersebut. Hindari mandi di area sungai yang berpotensi dihuni oleh buaya. Jangan membuat kamp diarea yang terdapat pohon mati atau berpotensi rubuh. Perhatikan penggunaan pisau tebas. Penggunaan pisau tebas saat membuka jalur seringkali melukai diri sendiri dan orang didekatnya. Selalu waspada dalam penggunaan pisau tebas, terlebih jika area yang dibuka merupakan semak-semak yang memiliki tingkat kekerasan dan kerapatan yang variatif.

**Kebersihan adalah prioritas.** Luka-luka kecil akibat duri atau gesekan kayu bisa memberikan infeksi jika tidak rutin dibersihkan dengan air dan sabun antiseptik. Kondisi dapur di area kamp juga harus diperhatikan, terkadang anggota tim membuang sampah organik sembarangan, hal ini dapat menyebabkan masalah pencernaan.

**TERPENTING. *Use common sense!*.** Seringkali kecelekaan terjadi karena hal yang dari awal dapat dihindari seperti menyebrang sungai deras tanpa pengaman, memanjat pohon untuk mencari sinyal, tersesat karena panik, memanjat tebing terjal tanpa bantuan tali dan lain-lain. Selalu ketahui batas diri masing-masing, anggota tim yang lain mungkin dapat melompat diantara celah tebing dengan mudah, atau melewati tebing hanya dengan menyebrangi sebatang kayu yang dijadikan jembatan, namun anda belum tentu dapat melewatinya. Merupakan pilihan yang bijak untuk berpikir mengenai keselamatan diri dan membuat alternatif pilihan terhadap hambatan yang ditemui.

# 3. Rancangan Survei

Beragam teknik dalam mencuplik satwa liar sudah banyak dibahas dalam berbagai panduan (McComb et al. 2010; Sotherton et al. 1995). Dalam panduan ini kami hanya menyimpulkan sebagian yang sering dipergunakan dalam ruang lingkup kerja FFI`s IP. Secara umum teknik ini dibagi dalam dua hal dalam koleksi datanya, yaitu secara observatif atau perjumpaan langsung dan penangkapan. Konteks penangkapan dalam hal ini tidak hanya terbatas menangkap satwanya tapi juga dalam media gambar dan suara (**?@tbl-ragamtd**).

**Table** **:** Ragam metode survei dan target organisme

| **Teknik** | **Metode** | **Target Organisme** | **Rujukan** |
| --- | --- | --- | --- |
| Observatif | *Quadrat plot* | Tumbuhan | (Elzinga et al., 2009) |
| *Point count* | Burung | (Buckland, 2006) |
| *Line transect* | Burung, mamalia dan primata | (Anderson et al., 1979) |
| *Recce walk* | Mamalia, reptil dan amfibi | (Heyer et al., 1994) |
| *Visual encounter survey* | Reptil dan amfibi |
| Penangkapan | *Passive acoustic monitoring* | Burung, kelelawar pemakan serangga, amfibi | (Browning et al., 2017) |
| *Live trap* | Mamalia (Tikus dan bajing) | (Bovendorp et al., 2017) |
| *Mist net* | Burung, kelelawar pemakan buah | (Prasetyo et al., 2011) |
| *Harp trap* | kelelawar |
| *Camera trap* | Burung terestrial, mamalia berukuran sedang - besar | (Rovero & Zimmermann, 2016) |

Setiap metode yang digunakan dalam (**?@tbl-ragamtd**) membutuhkan *Standard sampling unit* (SSU) / unit cuplik, yaitu suatu kelompok pengamatan atau data yang dikumpulkan secara independen berdasarkan metode yang terdefinisi dengan jelas dan dilakukan berulang-ulang. SSU biasanya menggambarkan jumlah sampel (N) dalam tes statistik. Unit cuplik harus konsisten sepanjang studi berlangsung. Sebagai contoh; jika unit cuplik yang digunakan adalah plot sirkular untuk pengamatan burung dengan radius pengamatan 50 meter, maka plot lainnya harus dengan radius yang sama. Dalam melakukan pencuplikan (sampling), asumsi dasar yang harus dipenuhi adalah cuplikan itu mampu menggambarkan keseluruhan area yang disurvei. Oleh karena itu, jumlah sampel yang diambil harus cukup banyak untuk dapat dijadikan perwakilan area.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memaksimalkan ukuran sampel adalah pengulangan / replikasi. Replikasi pada dasarnya adalah melakukan pengambilan secara berulang atau beberapa kali di dalam *SSU*. Replikasi mengurangi bias dalam pengamatan, sebagai contoh; Jika pengamatan dilakukan hanya 1 kali di suatu plot, besar kemungkinan akan banyak spesies yang luput dari pengamatan, namun jika pengamatan dilakukan selama beberapa hari, besar kemungkinan akan banyak temuan spesies baru dibandingkan hari sebelumnya.

Seringkali analisa statistik dalam kajian satwa liar juga membutuhkan sejumlah data yang cukup banyak. Sebagai contoh; Jika kita memasang 1 kamera jebak selama 10 malam untuk menangkap gambar rusa (dalam statistik ukuran sampel tersebut adalah N=10), dan pada 10 malam tetrsebut tidak tertangkap rusa sama sekali, belum tentu dikawasan tersebut tidak terdapat rusa (*false-absence*), sebaliknya jika 10 unit kamera jebak dipasang selama 1 malam dan 5 diantaranya menangkap gambar rusa, kita juga masih belum bisa mengambil kesimpulan, bahwa hanya 5 area yang dihuni oleh rusa. Jika 30 kamera jebak dipasang pada kawasan hutan dan masing-masing aktif selama 30 hari (N=900), maka kita mungkin baru bisa mengambil kesimpulan yang lebih akurat dan presisi karena kita sekarang memiliki jumlah sampel yang cukup banyak. Dengan mempertimbangkan jumlah unit cuplik yang digunakan, kita dapat memberikan tingkat keyakinan secara statistik terhadap kesimpulan yang kita ambil.

## 3.1 Penentuan peletakan lokasi unit cuplik

Rancangan peletakan lokasi unit cuplik harus dapat menggambarkan keseluruhan lokasi secara umum, oleh karena itu harus disesuaikan dengan tujuan studi dan kondisi habitat. Metode-metode penentuan lokasi tersebut diantaranya adalah *purposive, random, dan stratified*.

### 3.1.1 *Purposive sampling*

Metode ini dikenal juga dengan *judgemental selective*, artinya penempatan unit cuplik dipilih secara langsung berdasarkan subjektivitas peneliti dengan pertimbangan tertentu, misalnya area dimana keberadaan jenis telah diketahui. Metode ini umumnya bersifat kualitatif dan tidak melibatkan pengolahan statistik karena setiap titik cupliknya diperlakukan berbeda, atau tidak semua titik di dalam populasi cuplik memiliki peluang yang sama untuk dipilih. Metode ini umum digunakan ketika lokasi keberadaan jenis telah diketahui atau diperkirakan. Contoh dari *purposive sampling* ini diantaranya pemilihan alur sungai untuk survei katak. Sungai dipilih dengan pertimbangan bahwa sungai sebagai habitat katak akan memberikan probabilitas perjumpaan yang lebih besar dibanding kawasan lainnya.

### 3.1.2 *Random sampling*

Pada metode ini, penempatan unit cuplik ditetapkan secara acak di dalam batas-batas area yang telah ditetapkan sebelumnya. Asumsi yang digunakan pada metode ini adalah bahwa setiap titik memiliki probabilitas yang sama untuk dipilih, sehingga semakin banyak titik yang dicuplik akan semakin mewakili populasi area. Metode ini baik diaplikasikan pada area survei dimana sebaran populasi cenderung normal dan memiliki kondisi habitat yang realtif homogen, contohnya survei burung di area hutan dengan tipe habitat yang seragam ([Figure 3.1](#fig-rsamp)).

|  |
| --- |
| Figure 3.1: Ilustrasi peletakan unit cuplik secara acak (random) [kiri] titik hitung [kanan] transek |

### 3.1.3 *Stratified sampling*

Stratifikasi umumnya digunakan untuk membatasi sebaran populasi cuplik dimana terdapat perbedaan tipe habitat di dalam area survei. Asumsi yang diambil adalah bahwa tipe habitat yang berbeda cenderung memberikan keterwakilan populasi yang berbeda secara signifikan.

Langkah pembagian strata paling mudah adalah dengan melihat kategori tutupan lahan atau tipe habitat sehingga akan didapat sejumlah strata sebanyak tipe habitat yang ada. Di masing-masing strata kemudian dilakukan pemilihan unit cuplik secara acak. Dengan demikian, setiap strata memiliki keterwakilan cuplik yang setara

Meski demikian, jumlah pembagian unit cuplik disetiap strata bergantung pada prinsip variabilitas spesies. Sebagai contoh:

1. Hutan sekunder alami cenderung memiliki kekayaan jenis lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan perkebunan, sehingga jumlah unit cuplik dikawasan hutan harus lebih banyak dibandingkan di perkebunan ([Figure 3.2](#fig-rstrat))
2. Sebaliknya, apabila kita membandingkan dua strata yang belum diketahui variabilitasnya seperti hutan sekunder dataran rendah dan hutan sekunder dataran tinggi maka jumlah unit cupliknya diupayakan sama.

|  |
| --- |
| Figure 3.2: Ilustrasi peletakan unit cuplik menggunakan strata (stratified) |

Konsep stratifikasi juga bisa dilakukan paska survei, sebagai contoh jika lokasi transek atau plot yang digunakan sama antara tim survei vegetasi dan fauna. Kemudian, hasil survei vegetasi menemukan bahwa terdapat area dengan kepadatan biomasa yang signifikan berbeda atau memiliki area dengan kelompok tipe vegetasi yang berbeda secara signifikan. Maka analisa untuk fauna bisa dikelompokan sesuai dengan strata dari analisa vegetasi tersebut.

## 3.2 Bentuk dan jumlah unit cuplik

Unit cuplik yang sering dipergunakan oleh FFI`s IP untuk kajian survei kehati adalah transek sepanjang 2 km untuk mamalia dan herpetofauna dengan kombinasi kuadrat plot untuk tumbuhan dan plot sirkular untuk burung disepanjang transek tersebut. Satu unit cuplik dengan desain tersebut dapat mencakup 2 ha untuk mamalia dan herpetofauna, 1,25 ha untuk vegetasi, serta 4.8 ha untuk burung.

Jumlah unit cuplik disesuaikan dengan ketersediaan sumber daya yang ada. Dalam survei kehati, tidak ada jumlah minimum yang pasti, namun umumnya peneliti mengevaluasi kecukukupan jumlah unit cuplik dari kurva akumulasi spesies paska survei selesai. Oleh karena itu penting untuk melihat referensi pada penelitian lain untuk menentukan jumlah unit cuplik yang sesuai pada karakteristik habitat atau lokasi yang sama sebelum survei dimulai.

Pendekatan lain yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah unit cuplik minimum adalah menggunakan metode yang dikembangkan oleh [Winrock International](https://winrock.org/document/winrock-sample-plot-calculator-spreadsheet-tool/), dengan memasukan luas setiap strata, ukuran plot dan nilai estimasi rerata kandungan biomassa pada tipe habitat serupa. *Tools* tersebut sering digunakan dan diakui untuk kajian dan monitoring proyek-proyek restorasi.

Selain jumlah unit minimal, hal yang harus diperhatikan adalah jarak minimal antar unit cuplik. Jarak yang disarankan bervariasi tergantung pada tujuan survei dan karakteristik habitat setempat. Beberapa penelitian merekomendasikan jarak antar transek atau poin sekitar 100 hingga 200 meter (S. T. Buckland et al. 2015; Bibby, Burgess, and Hill 1992). Namun, jarak yang digunakan dapat lebih kecil atau lebih besar tergantung pada spesies yang diteliti dan karakteristik habitat. Oleh karena itu, disarankan untuk menyesuaikan jarak antar unit cuplik dengan tujuan survei dan karakteristik habitat setempat. Asumsi yang harus dipenuhi adalah bahwa hewan yang terdeteksi pada unit cuplik tidak muncul kembali pada unit cuplik yang berdekatan

## 3.3 Pembuatan transek

Setelah penentuan letak dan jumlah unit cuplik ditentukan, langkah selanjutnya sebelum melakukan survei adalah pembuatan jalur transek. Pembuatan jalur ini dilakukan minimal seminggu sebelum survei dimulai, dengan cara menyiangi tutupan bawah hutan sehingga membentuk jalur jalan yang lurus. Hal ini bertujuan agar satwa yang menghuni habitat tersebut dapat beradaptasi dengan jalur transek yang sudah dibuat. Pembuatan transek juga berfungsi agar tim survei dapat lebih fokus dalam mengamati satwa, serta berpindah tempat tanpa harus membuka jalan yang terutup oleh semak.

### 3.3.1 Persiapan Tim

Jumlah total anggota tim yang dibutuhkan untuk membuat jalur transek idealnya adalah 5 orang dengan tugas yang berbeda-beda. [Table 3.1](#tbl-transtim) menjelaskan jumlah dan tugas anggota tim yang terlibat dalam proses pembuatan transek:

Table 3.1: Peran dan tanggung jawab tim transek

| Peran | Tanggung jawab | Syarat khusus |
| --- | --- | --- |
| Penebas I | Penebas utama untuk membuka jalur | Tidak ada |
| Penebas II | Penebas kedua untuk melebarkan jalur | Tidak ada |
| Penebas III | Penebas ketiga untuk merapihkan jalur | Tidak ada |
| Navigator | Menunjukan arah jalan dan lokasi transek, pemasang pita penanda dan merekam jalur transek | Mampu melakukan navigasi dengan kompas dan GPS |
| Logistik | Pengaturan logistik selama pembuatan transek | Terampil dalam pengaturan logistik |

Peralatan yang dibutuhkan dalam pembuatan transek dapat dilihat di [Table 3.2](#tbl-altrans).

Table 3.2: Peralatan yang dibutuhkan tim pembuatan transek

| Peralatan | Jumlah |
| --- | --- |
| Parang tebas | 3 unit |
| Kompas orientasi | 1 unit |
| GPS | 1 unit |
| Pita penanda | 1 gulung |
| Batu asah | 3 unit |

### 3.3.2 Langkah kerja

* Anggota tim yang bertanggung jawab memegang kompas mengarahkan sudut pembuatan transek agar senantiasa lurus.
* Penebas utama menebas semak dan ranting untuk membuka jalan
* Penebas kedua dan ketiga melebarkan jalan hingga kira-kira selebar 1,5 - 2 meter.
* Navigator selain merekam jalur dengan GPS, juga menandai area yang sudah dibuka dengan pita tagging setiap 50 meter pada ranting pohon.
* Navigator juga disarankan untuk mencatat temuan lain ke dalam GPS, fitur yang mungkin dapat digunakan oleh tim survei kehati, seperti: Sumber air, persimpangan, lokasi kamp ideal, lokasi dengan konsentrasi biodiversitas yang tinggi dan lainnya.

# 4. Protokol Survei

## 4.1 Avifauna

Pengamatan burung atau avifauna yang biasa dilakukan oleh FFI`s IP mengadopsi dua metode utama yaitu metode titik hitung di transek (*Point transect*) (S. Buckland 2006) dan daftar jenis MacKinnon (*Mackinnon lists*) (MacKinnon and Phillipps 1993). Pada dasarnya metode point transect merupakan modifikasi dari metode titik hitung, namun unit sampelnya berada dalam transek yang sudah ditetapkan, metode ini efektif digunakan pada hutan tropis, dimana jalurnya seringkali sulit untuk dilalui dan burung menghuni seluruh strata hutan dari permukaan tanah hingga diatas tajuk. Dengan fokus pada titik tertentu di dalam transek, deteksi burung jadi lebih efektif. Pada Mackinnon lists survei dilakukan bisa di jalur transek atau pun di luar transek. Kedua metode ini saling melengkapi dalam pengumpulan data jenis-jenis burung

### 4.1.1 Persiapan Tim

Tim avifauna idealnya terdiri dari 2 orang, yaitu pengamat utama dan asisten lapangan. Dengan peran dan tanggung jawab yang terangkum dalam [Table 4.2](#tbl-tbpa).

Table 4.1: Peran dan tanggung jawab tim avifauna

| Peran | Tanggung jawab | Syarat khusus |
| --- | --- | --- |
| Pengamat utama | Mengamati dan mengidentifikasi burung pada lokasi yang disurvei, kemudian memberikan informasi pada pencatat mengenai data yang dibutuhkan seperti yang tertera pada lembar data | Memahami protokol serta identifikasi jenis burung dan penggunaan peralatan pendukung survei |
| Asisten lapangan | Mencatat data temuan survei dan juga sebagai pencatat waktu (*time keeper*) | Memahami protokol survei avifauna dengan baik |

### 4.1.2 Peralatan

Table 4.2: Peralatan yang dibutuhkan tim avifauna

| Peralatan | Penggunaan | Spesifikasi |
| --- | --- | --- |
| Alat Tulis | Pencatatan data dan penandaan | Kuat, tidak mudah luntur |
| Lembar data | Lembar pencatatan data | Tahan air |
| Alat Navigasi (GPS, Peta dan Kompas) | Untuk navigasi sekaligus penanda lokasi geografis | Tahan air |
| Binokuler | Untuk melihat dan mengidentifikasi burung | Perbesaran lensa minimal 8 x 40 atau 7 x 50 |
| Kamera | Untuk dokumentasi burung dan identifikasi lebih lanjut | DSLR dengan lensa tele 300 – 400 mm. Alternatif lainnya dapat menggunakan kamera digital *prosummer* dengan perbesaran optik diatas 30x |
| Perekam suara genggam | Merekam suara burung untuk identifikasi lebih lanjut | Perekam suara digital dengan fitur *directional microphone* |
| Perekam suara pasif | Merekam suara burung untuk identifikasi burung yang sensitif | Tahan air. Perangkat yang biasa digunkan adalah *audiomoth* (Hill et al. 2019) |

### 4.1.3 Protokol Pengamatan

#### 4.1.3.1 Titik hitung

Protokol untuk survei dengan metode titik hitung dalam transek yang dilakukan oleh FFI`s IP menggunakan enam buah titik hitung dengan rentang antar titik berjarak 200m sehingga akan membentuk garis transek sejauh 1 Km ([Figure 4.1](#fig-pc)). Radius pengamatan per titik adalah 50m dari titik pusat. Titik pusat yang dimaksud adalah titik yang telah ditentukan. Pengamatan menggunakan titik hitung mengikuti asumsi-asumsi berikut ini:

1. Burung tidak mendekati pengamat atau terbang;
2. Burung yang ada dalam titik cuplik dapat terdeteksi 100%;
3. Burung tidak bergerak selama perhitungan;
4. Burung berperilaku bebas (tidak tergantung satu sama lain);
5. Pelanggaran terhadap asumsi tersebut tidak berpengaruh terhadap habitat atau desain studi;
6. Estimasi jarak akurat;
7. Burung dapat teridentifikasi dengan baik seluruhnya.

Dalam pelaksanaannya, pengamat berhenti pada suatu titik pengamatan selama 20 menit untuk mengamati dan mencatat jenis burung yang dapat diidentifikasi di sekitar lokasi penelitian. Setelah 20 menit, pengamat kemudian berpindah ke titik pengamatan lain dan kemudian melakukan pengamatan lagi di titik pengamatan tersebut dengan waktu yang sama yaitu selama 20 menit. Jumlah titik pada setiap jalur adalah enam titik, dengan jarak masing-masing titik 200 m, sehingga panjang jalur pengamatannya adalah 1 km. Pengamatan dilakukan pada pagi hari pukul 06.00-09.00 WIB dan sore hari pukul 15.30-18.00 WIB. Perjumpaan terhadap jenis burung di luar titik pengamatan tidak diperhitungkan. Pada setiap jalur pengamatan dilakukan pengulangan pengamatan sebanyak dua kali. Pengamatan dilakukan melalui perjumpaan langsung dengan objek (visual) dan melalui suara. Parameter yang dicatat adalah jenis burung, jumlah yang ditemukan dan aktivitas. Jika memungkinkan, maka jarak setiap burung yang dijumpai terhadap pengamat juga diukur, dengan data seperti itu maka kepadatan burung juga dapat dihitung dengan konsep distance sampling (S. T. Buckland et al. 2015).

|  |
| --- |
| Figure 4.1: Ilustrasi titik hitung di transek |

**Cara Pelaksanaan :**

1. Sebelum menuju ke titik hitung, pengamat sudah menentukan lokasi titik – titik hitung tersebut di GPS.
2. Pengamat menuju titik yang sudah ditentukan di dalam transek, dimana jarak antar point sepanjang 200 meter.
3. Setiap titik ditandai di dalam GPS
4. Pengamat berdiri di titik tengah dari point yang sudah ditentukan.
5. Pengamat mengamati dan mencatat burung yang terdengar ataupun terlihat selama 20 menit ke dalam lembar pengamatan titik hitung ([Figure 7.1](#fig-lpdth))
6. Untuk penggunaan perekam suara, bisa digunakan selama 20 menit pengamatan atau ketika mendengar suara-suara yang menarik.
7. Asisten dapat membantu mengukur parameter lingkungan disekitar lokasi pengamatan selama durasi pengamatan kedalam lembar data parameter lingkungan ([Figure 7.2](#fig-ldppl)) secara semi-kuantitatif.

#### 4.1.3.2 Daftar jenis MacKinnon

Metode ini pada dasarnya membuat sejumlah daftar yang berisi catatan nama jenis-jenis burung yang dijumpai untuk mendapat gambaran cepat mengenai kekayaan dan komposisi jenis burung pada suatu wilayah. Rincian prosedur penyusunan daftar dijelaskan di bawah ini.

**Cara Pelaksanaan:**

1. Berjalan di suatu habitat, seperti perjalanan dari desa menuju camp, di sekitar camp, dari camp menuju transek, transek satu kilo diluar point dan ketika perjalanan dari point menuju point yang lain dan mencatat semua jenis burung yang dijumpai sampai tercatat 20 jenis burung dalam satu daftar. Satu jenis burung hanya dicatat satu kali saja dalam satu daftar ini, meskipun dijumpai beberapa kali
2. Setelah tercatat 20 jenis burung, lalu membuat daftar yang baru untuk mencatat jenis-jenis yang dijumpai selanjutnya (daftar no.2). Apabila dijumpai jenis yang pernah tercatat dalam daftar pertama maka tetap dicatat dalam daftar kedua, tetapi sebagaimana dalam pembuatan daftar pertama, jenis yang sudah dicatat dalam daftar kedua tidak boleh dicatat lagi meskipun dijumpai beberapa kali (di dalam satu daftar tidak boleh ada pengulangan jenis). Jika suatu spesies ditemukan kembali dalam 1 daftar yang belum mencapai 20 spesies, maka spesies tersebut hanya dihitung sebagai tambahan populasi pada spesies yang sama (bukan spesies baru)
3. Jika menemukan spesies yang menarik maka di tandai posisinya di dalam GPS, begitu juga jika mendengar suara yang menarik maka bisa di rekam di perekam suara.

Metode ini meskipun sederhana, namun membutuhkan pengetahuan yang baik terhadap ekologi dan perilaku burung-burung di area survei. Terkadang pengamat boleh untuk duduk bersembunyi sebentar saat berada habitat yang sedang berbuah dan berbunga untuk melihat dan mendengar burung-burung yang berkunjung. Lampiran [Figure 7.3](#fig-ldpml), merupakan contoh lembar data untuk metode daftar jenis MacKinnon.

#### 4.1.3.3 Perekam suara pasif

Untuk melengkapi daftar jenis burung-burung yang mungkin terlalu sensitif terhadap keberadaan manusia / pengamat, maka penggunaan perekam suara dapat dijadikan alternatif karena mampu merekam tanpa kehadiran pengamat selama waktu yang dibutuhkan dan tidak akan ada bias dalam identifikasi karena memiliki data suara yang terdokumentasikan dengan baik. Dalam praktiknya, FFI`s IP seringkali menggunakan perangkat perekam suara *audiomoth* untuk merekam suara burung-burung di hutan.

Perekam suara dapat ditempatkan disetiap titik hitung sebagai data pelengkap atau lokasi spesifik lainnya yang diperkirakan memiliki kelimpahan burung dengan jarak minimal antar perekam suara 250 - 1000 meter. Setiap perekam suara diaktifkan minimal 1 x 24 jam agar burung diurnal dan nokturnal dapat terekam. Prinsipnya semakin lama di aktifkan maka data yang diperoleh semakin baik, perangkat ini dapat diaktifkan hingga sekitar 10 hari dengan baterai tipe alkalin dengan pengaturan 5 menit merekam dan 30 menit jeda. Adapun protokol penggunaan perekam suara adalah sebagai berikut;

1. Melakukan pengaturan perangkat dengan spesifikasi sebagai berikut
   * Sample rate; 48 Khz
   * Gain; Medium
   * Sleep duration; 1800s
   * Recording duration; 300s
2. Pastikan pengaturan sudah sesuai dengan yang kita inginkan, dengan melakukan simulasi terlebih dahulu
3. Beri label pada setiap perangkat untuk membedakan antar perekam suara
4. Bungkus perangkat dengan plastik atau penutup kedap air dan pasang pada batang pohon dengan ketinggian sekitar 2 meter.
5. Catat kordinat pemasangan, waktu mulai dan waktu berakhirnya pada lembar pengamatan

## 4.2 Herpetofauna

Survei herpetofauna biasanya didasarkan pada tujuan untuk mendapatkan informasi mengenai:

1. Daftar jenis herpetofauna pada suatu lokasi
2. Densitas atau kelimpahan relatif pada suatu lokasi
3. Penyebaran jenis
4. Aspek spesifik pada satu jenis seperti penggunaan habitat, pola aktivitas, biologi, reproduksi, dan sebagainya

Perbedaan tujuan survei berpengaruh terhadap metode yang digunakan, usaha (effort), biaya dan waktu. Untuk survei yang bertujuan memperoleh daftar jenis, untuk memperoleh sebanyak mungkin jenis pada suatu lokasi perlu dilakukan pencarian aktif dan jebakan (pasif) dengan waktu yang mencakup siang dan malam hari. Hasil survei juga tergantung pada kondisi cuaca dan musim. Terdapat beberapa kendala dalam survei daftar jenis, diantaranya lama pengamatan yang mempengaruhi hasil temuan, biaya dan efektifitas kerja. Perbandingan hasil survei baik pada lokasi yang sama ataupun berbeda, perlu memperhatikan usaha (effort), musim dilakukan survei, dan metode yang digunakan

Metode yang biasa digunakan oleh FFI`s IP adalah pencarian langsung dengan metode Survei Perjumpaan Visual (Visual Encounter surveis - VES) ( [Figure 4.2](#fig-ves)). Metode ini dilakukan dengan menyusuri area atau habitat herpetofauna dengan batasan waktu tertentu. Pencarian herpetofauna difokuskan pada tipe jenisnya, pencarian di tajuk pohon, batang dan ranting untuk jenis arboreal, kemudian pencarian di balik serasah, batu, kayu lapuk untuk jenis terestrial, terdapat juga jenis yang hidup di dalam tanah (fosorial) dan perairan seperti sungai, danau, dan kolam.

Metode VES memiliki batasan waktu pencarian di luar waktu penangkapan dan pencatatan. Penentuan batas waktu total biasanya 2 jam per orang per pengambilan sampel. Metode ini dapat dilakukan pada jalur transek, plot petak, aliran sungai, kolam dan lainya. Metode diterapkan dengan melakukan survei lokasi pengamatan dengan menentukan lokasi pengamatan yang memiliki dugaan habitat herpetofauna, membuat sedikit jalur untuk memudahkan pengamatan malam hari dan memberi tanda pada lokasi. Data yang dikumpulkan adalah ukuran lokasi, karakteristik habitat berupa vegetasi dominan, kerapatan tajuk, kondisi fisik lokasi dan dokumentasi lokasi.

|  |
| --- |
| Figure 4.2: Desain VES dalam transek dengan panjang 1 km dan lebar kiri – kanan transek adalah 5 - 10 m |

**Persiapan** Langkah awal sebelum melakukan survei salah satunya adalah pengumpulan informasi terkait lokasi survei dan data dasar pada lokasi. Informasi lokasi survei yang dimaksud antara lain, status administrasi, letak dan aksesibilitas lokasi survei. Sedangkan informasi data dasar berupa peta lokasi, data hasil survei sebelumnya dan data pendukung lain yang diperlukan. Informasi tersebut dapat diperoleh secara langsung kepada pengelola lokasi survei atau melalu lembaga yang menyediakan informasi terkait.

### 4.2.1 Persiapan Tim

Tim herpetofauna idealnya terdiri dari 3 orang, yaitu seorang pencatat, pencari atau pengamat, dan asisten lapangan ([Table 4.3](#tbl-tabtmh)). Namun pada kondisi tertentu, survei dapat dilakukan oleh 2 orang saja dengan konsekuensi seorang pencatat berperan juga menjadi spotter pada saat yang sama.

Table 4.3: Peran dan tanggung jawab tim herpetofauna

| Peran | Tanggung jawab | Syarat khusus |
| --- | --- | --- |
| Peneliti utama; Pengamat (*Spotter*) | Mencari herpetofauna pada lokasi yang disurvei, mengambil foto dari individu herpetofauna, kemudian memberikan informasi pada pencatat mengenai data yang dibutuhkan seperti yang tertera pada lembar data | Memahami protokol serta identifikasi jenis dan penggunaan peralatan pendukung survei |
| Asisten I: Pencatat | Mencatat data temuan survei dan juga sebagai pencatat waktu (*time keeper*) | Memahami protokol survei herpetofauna dengan baik |
| Asisten II: Penunjuk jalan | Porter atau penunjuk jalan saat survei dan membantu pencarian herpetofauna | Memahami area survei dan kemampuan membaca jalur |

### 4.2.2 Peralatan

Peralatan survei yang dipersiapkan disesuaikan dengan waktu, metode dan jumlah surveior. Menyusun daftar peralatan perlu pengelompokan sesuai fungsi untuk mempermudah persiapan, secara umum disusun sebagai berikut:

Table 4.4: Peralatan yang dibutuhkan tim herpetofauna

| Kelompok | Alat |
| --- | --- |
| Navigasi | GPS, kompas, dan peta |
| Survei dan koleksi data | Senter kepala (*headlamp*), jam tangan, penggaris, meteran, plastik sampel, kantong kain, kamera, alat tulis, lembar data, Sepatu boot |
| Preservasi | Kotak specimen, kain kasa, syringe, alat bedah, kertas label, benang, gunting, alkohol, formalin, toples spesimen |

#### 4.2.2.1 **Baterai**

Baterai digunakan untuk alat-alat seperti *headlamp*, GPS dan Kamera. Kalkulasikan kebutuhan baterai tersebut sebelum melakukan survei. Informasi lama daya tahan baterai saat digunakan oleh suatu alat sangat penting untuk menghitung berapa banyak jumlah baterai yang digunakan setiap harinya.

Tipe baterai yang digunakan perlu menjadi perhatian. Disarankan menggunakan baterai yang memiliki ketahanan yang lama seperti baterai alkaline *non-rechargeable*. Hal tersebut berdasarkan pada pertimbangan biasanya tidak terdapat sumber listrik pada lokasi survei.

Selain peralatan survei, perlu dipersiapkan perlengkapan pribadi untuk kegiatan di lapangan, logistik bahan lapang, makanan dan obat-obatan. Kegiatan di lapangan sebaiknya disusun dengan jadwal kegiatan perhari dan tabel waktu selama survei agar efektif.

### 4.2.3 Protokol Pengamatan

#### 4.2.3.1 Waktu Pengamatan

Pengamatan pada waktu siang hari dilakukan dengan estimasi waktu pukul 08.00 – 10.00 untuk mencari jenis yang aktif pada siang hari (diurnal), terutama untuk kelompok reptil (kadal, ular). Pengamatan pada waktu malam hari dilakukan dengan estimasi waktu pukul 19.00 – 22.00 pada lokasi yang telah disurvei saat siang hari. Tidak ada batasan berapa jumlah pengamat pada tiap pengamatan, namun demi keamanan minimal jumlah pengamat adalah 2 orang

#### 4.2.3.2 Persiapan Pengamatan

* Persiapkan alat yang diperlukan dan lakukan pengecekan kondisinya. Terutama GPS, *headlamp* dan kamera serta persiapkan baterai cadangannya.
* Cek kesehatan anggota tim
* Lakukan pembagian tugas. Pembagian tugas yang dimaksud adalah pembagian kerja kepada tiap anggota tim berupa pencari / pengamat utama, dokumentasi, pengukur dan pencatat data.
* Cek kembali kondisi alat – alat sesampainya di lokasi observasi yang telah ditentukan dan sesaat sebelum melakukan pengamatan

#### 4.2.3.3 Koleksi Data

* Hal pertama yang dilakukan adalah pencatatan waktu, kondisi cuaca dan lingkungan (suhu dan kelembapan udara).
* Mulai mencari dengan berjalan perlahan sambil menyorotkan lampu pada pada substrat tajuk, batang, serasah, lubang, di balik batu dan kayu mati. Indikasi adanya herpetofauna dapat dilihat dengan pantulan cahaya dari mata satwa tersebut. Terkadang dapat diketahui melalui suara, terutama untuk katak dan kodok.
* Saat menemukan satwa, hal pertama yang dicatat adalah waktu ditemukan, tempat ditemukan (jarak horizontal dari badan air, jarak vertical dari permukaan tanah), substrat, aktivitas, dan nama jenis jika sudah dapat diketahui pada tally sheet
* Tangkap satwa tersebut jika kondisi memungkinkan untuk dilakukan.
  + Katak: Perlahan dekati satwa hingga mencapai jangkauan tangan, posisikan tangan sejajar dengan badan katak dari belakang. Cekungkan tangan dan arahkan ke depan moncong katak dengan perlahan, kemudian dengan gerakan cepat menangkap katak dengan genggaman yang tidak terlalu kuat
  + Ular: Jangan coba untuk menangkap ular jika tidak benar – benar diketahui bahwa ular tesebut tidak berbisa. Gunakan graber atau tongkat untuk mengangkat ular kemudian letakkan di atas permukaan tanah. Perlahan tahan kepala ular dengan tongkat. Setelah tenang, genggam leher ular dengan posisi semua jari berada di bagian leher dan jempol menahan bagian atas kepala. Jangan mengambil risiko untuk menangkap ular berbisa seperti spesies–spesies dari famili Elapidae dan Viperidae. Cukup lakukan pengambilan foto dari beberapa bagian tubuh seperti punggung, sisi tubuh dan bagian atas, sisi kepala dari jarak yang relatif aman tanpa mengganggunya. Foto tersebut dapat dijadikan dokumentasi untuk keperluan identifikasi kemudian.
* Lakukan identifikasi jenis, ukur panjang badan (SVL) dan panjang ekor ([Figure 4.3](#fig-mhf)). Untuk ular, gunakan graber atau tongkat untuk mengangkat ular kemudian letakkan di atas permukaan tanah. Perlahan tahan kepala ular dengan tongkat. Setelah tenang, genggam leher ular dengan posisi semua jari berada di bagian leher dan jempol menahan bagian atas kepala. Pengukuran panjang sebaiknya dilakukan dengan tetap meletakkan badan ular di atas tanah, sedangkan pengukuran menggunakan tali atau meteran jahit dengan mengikuti alur badan ular
* Jika sudah dapat memastikan jenisnya dan selesai melakukan pengukuran, lepas kembali hewan tersebut ke tempat semula ditemukan.
* Jika belum dapat teridentifikasi, masukkan hewan ke dalam plastik spesimen (untuk katak dan kodok), dan kantung kain (untuk reptil). Tulis kode jenis pada plastik dengan menggunakan spidol dengan tinta permanen (spidol waterproof), (catatan: satu plastik untuk satu individu), catat kode jenis di plastik pada tally sheet, dengan plastik spesimen. Catatan: jangan meniup plastik untuk memberikan udara.
* Hentikan pengamatan saat:
  + Waktu pengamatan berakhir. Catat waktu akhir pengamatan, cuaca, dan kondisi lingkungan (suhu, kelembapan)
  + Terjadi hujan lebat yang tidak memungkinkan pengamatan dilakukan, karena akan membahayakan pengamat saat melakukan pengamatan di sungai.
* Cek kembali kelengkapan alat, kondisi anggota tim dan sampel yang dibawa sebelum pulang.

|  |
| --- |
| Figure 4.3: Pengukuran Snout Vent Length (SVL) dan Tail Length (TL) pada spesimen herpetofauna; A) Katak B) Kadal, Cicak, Biawak C) Ular |

#### 4.2.3.4 Foto dan koleksi spesimen

Foto satwa berfungsi sebagai bukti keberadaan jenis tersebut, dokumentasi dan media identifikasi. Foto satwa terbagi menjadi dua berdasarkan kegunaannya, yaitu foto sebagai *display* dengan menunjukkan momen dan posisi menarik dari satwa tersebut. Kemudian foto sebagai media identifikasi dengan menunjukkan detail dari bagian morfologi satwa ([Figure 8.1](#fig-spesamf1)). Pengambilan foto dapat dilakukan pada saat menemukan satwa di lokasi/ habitat alaminya, atau dengan menggunakan studio yang dibuat menyerupai habitat alami satwa tersebut. Perlu diperhatiakan dalam pengambilan foto harus memperhatiakan substrat latar belakang yang sesuai dengan habitatnya, kemampuan kamera dalam membuat foto makro dengan kondisi gelap (menggunakan *blitz*), dan pembanding untuk foto identifikasi. Pemilihan kamera yang tepat terutama dengan kemampuan makro tinggi (jarak lensa dengan satwa kurang dari 10 cm), pengaturan ISO tinggi, mode pengambilan foto pada malam hari, dan pengaturan flash (manual) sangat menentukan hasil foto.

Jika jenis yang akan didokumentasikan (foto) merupakan jenis yang terlalu sulit untuk diambil di lokasi terutama untuk foto identifikasi, maka dapat dibuat studio buatan yang menyerupai habitatnya. Studio buatan dapat dibuat dengan serasah daun, batang pohon, batu, dan lain-lain pada suatu ruangan (kotak) yang tertutup. Foto identifikasi biasanya dilakukan pada spesimen yang telah diawetkan (mati), agar terlihat jelas morfologi ataupun anatomi tubuh jenis tersebut ([Figure 8.1](#fig-spesamf1)).

Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam melakukan survei Herpetofauna, adalah sebagai berikut:

* Pengamatan dilakukan pada lokasi yang telah disurvei dengan data jalur, koordinat lokasi, penanda jalur yang lengkap dan perizinan kepada pengelola serta masyarakat sekitar lokasi.
* Surveior minimal dua orang, sebaiknya didampingi oleh pemandu yang mengetahui kondisi lokasi dan mampu melakukan pengamatan malam.
* Persiapkan perlengkapan lapang, alat komunikasi dan perlengkapan P3K untuk mengantisipasi terjebak di lokasi pengamatan dan terpaksa menginap.
* Pertimbangkan kondisi cuaca dan kesehatan tim, jika tidak memungkinkan jangan dipaksakan untuk melakukan pengamatan.
* Surveior sebaiknya melakukan pencarian dengan jarak yang dapat dipantau satu dengan yang lainnya.
* Saat ditemukan satwa, sesegera mungkin mengambil data yang diperlukan dan melanjutkan pencarian.
* Perlakukan satwa yang ditangkap dengan hati-hati tanpa menyakiti, lebih baik menggunakan tangan secara langsung untuk memegang satwa.
* Penanganan pada jenis yang berbahaya dan sulit ditangkap sebaiknya dilakukan minimal dua orang.
* Penyimpanan spesimen yang ditangkap, untuk amfibi ditempatkan pada plastik, sedangkan untuk reptil ditempatkan pada kantong kain dan satu individu satu kantong.
* Pengamatan selesai jika jalur atau plot yang ditentukan sudah teramati, alokasi waktu sudah habis, perubahan kondisi cuaca dan medan yang membahayakan.
* Secepat mungkin dilakukan pengambilan data pada spesimen yang ditangkap dan sesegera mungkin dilakukan preservasi/ pengawetan jika diperlukan.
* Lakukan preservasi pada lokasi yang terpisah, bersih, gunakan masker dan sarung tangan karet (*latex gloves*) dan jangan lupa mencuci tangan sebelum dan sesudah preservasi.
* Penyimpanan spesimen yang diawetkan sebaiknya diletakkan pada tempat khusus yang terhindar dari cahaya matahari langsung.

## 4.3 Mamalia

Pengamatan mamalia secara umum jauh lebih sulit dibandingkan dengan taksa lainnya dikarenakan di hutan hujan tropis, beberapa taksa dari mamalia cenderung sangat sulit untuk dijumpai, oleh karena itu metode yang digunakan lebih banyak mengandalkan penggunaan peralatan untuk penangkapan satwa dibandingkan dengan pengamatan atau perjumpaan secara langsung, bahkan pengamatan yang bersifat observatif seringkali hanya mengandalkan jejak yang ditinggalkan dari satwa itu sendiri.

Dikarenakan variasi perilaku dan relung yang jauh berbeda dari setiap taksa mamalia, maka teknik pengamatannya juga berbeda-beda. Beberapa jenis mamalia besar dapat dengan mudah dideteksi secara langsung, seperti jenis-jenis primata, tetapi sebagian besar mamalia kecil memerlukan pengukuran anggota tubuhnya sebelum dapat diidentifikasi. Beberapa buku menjabarkan metode yang spesifik untuk satwa bahkan spesies tertentu seperti pengamatan orangutan (Atmoko and Rifqi 2012), kelelawar (Prasetyo, Noerfahmy, and Tata 2011) maupun harimau dan satwa mangsanya (Pinondang et al. 2018).

Dalam konteks kajian yang biasa dilakukan oleh FFI`s IP biasanya menggunakan metode pengamatan langsung menggunakan transek garis yang dikombinasikan dengan metode eksplorasi, sedangkan untuk metode penangkapan, dapat menggunakan *live trap*, jaring kabut, perangkap harpa hingga kamera pengintai (*camera trap*). Metode menggunakan kamera pengintai akan dijabarkan dalam panduan khusus, namun hasil yang didapat dari kamera pengintai dapat dikombinasikan dengan kajian ini untuk melengkapi daftar spesies, terutama jenis-jenis yang elusif

Target taksa dari setiap metode terangkum dalam **?@tbl-ragamtd**. Dalam praktiknya, kajian keanekaragaman hayati mamalia, tidak perlu menggunakan semua perangkat yang disebutkan. Sesuaikan perangkat yang akan dibawa dengan tujuan survei serta sumber daya yang tersedia.

### 4.3.1 Persiapan Tim

Pelaksanaan survei mamalia di FFI`s IP membutuhkan keterampilan dan langkah kerja yang beragam, sehingga membutuhkan beberapa asisten untuk membantu di lapangan. Idealnya, satu orang peneliti utama dibantu dengan 4 orang asisten dengan peran dan tanggung jawab seperti terlihat pada [Table 4.5](#tbl-tbtm). Dalam pelaksanaannya, jumlah, susunan, formasi, peran dan tanggung jawab asisten dapat berubah sesuai kondisi.

Table 4.5: Peran dan tanggung jawab tim mamalia

| Peran | Tanggung jawab | Syarat khusus |
| --- | --- | --- |
| Pengamat utama | Koordinasi pekerjaan kepada seluruh asisten, memastikan seluruh data tercatat dengan benar sesuai protokol pada lembar data | Memahami protokol survei mamalia dan identifikasi jenis mamalia |
| Asisten I - III | Memasang dan membongkar perangkap harpa dan jaring kabut | Dapat memasang dan membongkar perangkap harpa dan jala kabut, serta mampu memisahkan kelelawar yang terperangkap ke dalam kantong sampel |
| Asisten V | Memasang dan membongkar perangkap kasmin | Dapat memasang dan membongkar perangkap kasmin, serta mampu memisahkan hewan yang terperangkap ke dalam kantong sampel |

### 4.3.2 Peralatan

Table 4.6: Peralatan yang dibutuhkan tim mamalia

| Peralatan | Penggunaan | Spesifikasi |
| --- | --- | --- |
| Alat Tulis | Pencatatan data dan penandaan | Kuat, tidak mudah luntur |
| Lembar data | Lembar pencatatan data | Tahan air |
| Alat Navigasi (GPS, Peta dan Kompas) | Untuk navigasi sekaligus penanda lokasi geografis | Tahan air |
| Binokuler | Untuk melihat dan mengidentifikasi mamalia | Perbesaran lensa minimal 8 x 40 atau 7 x 50 |
| kamera | Untuk dokumentasi mamalia dan identifikasi lebih lanjut | DSLR dengan lensa tele 300 – 400 mm. Alternatif lainnya dapat menggunakan kamera digital *prosummer* dengan perbesaran optik diatas 30x |
| Perekam suara genggam | Merekam suara mamalia untuk identifikasi lebih lanjut | Perekam suara digital dengan fitur *directional microphone* |
| Perangkap kasmin | Menangkap mamalia berukuran kecil | Ringan dan dapat dilipat |
| Perangkap jaring kabut | Menangkap kelelawar | tidak ada |
| Perangkap harpa | Menangkap kelelawar | ringan dan mudah dibongkar pasang |

### 4.3.3 Protokol Pengamatan

#### 4.3.3.1 Transek garis

Pada metode transek garis, pengamat berjalan di sepanjang jalur transek sambil mengidentifkasi dan mencatat satwa yang dijumpai secara langsung atau jejak satwa yang ditinggalkan sebagai indikator keberadaan suatu spesies. Metode ini biasanya digunakan untuk mendeteksi mamalia arboreal secara umum dan beberapa jenis mamalia terrestrial berukuran sedang hingga besar.

Jejak satwa liar memberikan informasi penting tentang keberadaan dan aktivitas hewan di suatu daerah. Mamalia dapat meninggalkan berbagai jejak yang dapat diidentifikasi seperti tapak, cakaran, dan sarang. Tapak biasanya terlihat di tanah yang berlumpur atau dekat sungai tempat mamalia berhenti untuk minum. Cakaran dapat ditemukan pada batang pohon hidup maupun yang sudah mati. Sarang yang dibuat oleh mamalia biasanya berukuran besar dan terletak pada cabang-cabang atau kanopi pohon, misalnya sarang orangutan. Oleh karena itu, jejak satwa liar dapat menjadi petunjuk awal yang penting dalam mengetahui keberadaan dan aktivitas hewan di suatu daerah. Ada beberapa panduan yang dapat dijadikan referensi untuk identifikasi jejak satwa liar, seperti panduan untuk identifikasi tapak mamalia (Van Strien 1983), morfologi feses (Chame 2003) dan bentuk serta contoh sarang orangutan (Atmoko and Rifqi 2012).

Teknik mengidentifikasi satwa dari jejak yang ditinggalkan membutuhkan pelatihan yang teratur bersama surveior yang berpengalaman. Selain itu, mengikutsertakan orang lokal yang memiliki pengalaman dalam berburu atau menjelajah hutan secara rutin dapat membantu mengenali jejak dan suara satwa dengan lebih baik. Selain itu, kemampuan membuat catatan lapangan yang akurat saat menemukan jejak juga sangat penting untuk mendokumentasikan temuan secara efektif dan menjadi sumber belajar yang berharga bagi surveior lain.

**Cara Pelaksanaan:**

1. Pengamatan di transek garis dilakukan pada pagi hari pukul 06:00 dan berjalan secara perlahan hingga ke ujung transek sejauh 2000 m, kemudian melakukan pengamatan lagi pada malam hari. Pengamatan malam dapat dimulai pada pukul 16:00 jika bertujuan untuk sambil memasang perangkap, atau jam 19:00 jika hanya melakukan transek garis.
2. berjalan secara perlahan dan konsisten, serta usahakan sesunyi mungkin sambil memperhatikan keberadaan satwa liar.
3. Pengamat utama harus membagi tim untuk personil yang khusus mencari satwa secara langsung di tajuk-tajuk pohon untuk mendeteksi primata dan satwa arboreal lainnya. Personil ini harus selalu berjalan sepanjang jalur utama transek dan berada di barisan paling depan.
4. Personil lainnya ditugaskan untuk mencari jejak satwa di lantai hutan dan batang pohon. Personil ini dianjurkan untuk menjelajahi area disekitar jalur transek bila memungkinkan.
5. Apabila melihat satwa secara langsung, usahakan catat jarak perpendikular satwa tersebut dari jalur transek ([Figure 4.4](#fig-pd)), kemudian catat temuan tersebut di lembar data mamalia ([Figure 7.5](#fig-ldmtg)). Apabila kondisi memungkinkan, berhenti sejenak untuk dapat mengambil foto satwa tersebut.
6. Apabila menemukan jejak satwa berupa tapak, kotoran, cakaran dan jejak visual lainnya catat di lembar data dan foto temuan tersebut menggunakan ukuran pembanding ([Figure 4.5](#fig-pugm)).
7. Apabila tim mendengar suara mamalia yang belum dikenali atau diragukan spesiesnya, usahakan berhenti sejenak untuk merekam suara tersebut supaya dapat diidentifikasi lebih lanjut.
8. Pastikan seluruh pencatat temuan sesuai dengan lembar data mamalia

|  |
| --- |
| Figure 4.4: Ilustrasi jarak perpendikular terhadap transek |

|  |
| --- |
| Figure 4.5: Ilustrasi pengambilan gambar jejak dengan ukuran pembanding. Sumber: (Alibhai, Jewell, and Evans 2017) |

Pada penerapannya, pengamatan langsung seringkali dikombinasikan dengan metode eksplorasi, yang tidak dibatasi oleh jalur transek. Seperti perjalanan menuju kamp atau perjalanan antar transek. Pengamat ini dilakukan dengan mencari mamalia secara intuitif, seperti memeriksa kedalam lubang kayu mati untuk melihat kelelawar, memeriksa sempadan sungai untuk melihat jejak kotoran berang-berang dan lainnya. Setiap temuan juga dapat dimasukan ke dalam lembar data sebagai pelengkap informasi keanekaragaman spesies dalam suatu areal kajian.

#### 4.3.3.2 *Live trap*

Perangkap ini digunakan untuk menangkap mamalia kecil (cth; tikus, bajing, tupai), disebut live trap karena satwa yang terangkap biasanya dilepaskan kembali. Di Indonesia, umumnya ada dua versi yaitu, perangkap kasmin yang paling umum didapatkan ([Figure 4.6](#fig-lvtrap) (a)), dan perangkap sherman ( [Figure 4.6](#fig-lvtrap)(b)). Kedua perangkap tersebut harus dimodifikasi supaya dapat dilipat dan mudah dibawa dengan ukuran sekitar 13 x 26 x 13 cm. Pada beberapa penelitan, perangkap ini juga bisa dimodifikasi untuk dipasang di batang pohon ([Figure 4.7](#fig-stot)).

|  |
| --- |
| Figure 4.6: (a) perangkap kasmin (b) perangkap sherman (sumber; shermantraps.com) |

|  |
| --- |
| Figure 4.7: Perangkap sherman yang dipasang diatas pohon. sumber: (Dı́az-N, Gómez-Laverde, and Sánchez-Giraldo 2011) |

**Cara Pelaksanaan :**

1. Sebelum dibawa ke area survei, perangkap harus disterilkan dulu dengan dicuci atau di rendam beberapa saat dengan air panas untuk menghilangkan bau dari pemakaian sebelumnya.
2. Pastikan seluruh mekanisme perangkap dalam keadaan baik dengan memicu pelatuk tempat umpan serta penutup perangkap dapat menutup dengan utuh.
3. Pada saat di area survei, letakan perangkap di tempat-tempat yang diduga menjadi tempat tinggal atau jalur yang dilewat mamalia kecil, seperti di dekat lubang yang berada di tanah, pohon mati berlubang, di bawah pohon, bekas makan dan lainnya. Perangkap dapat dibawa dan dipasang saat melakukan pengamatan pada transek di pagi atau di malam hari.
4. Kamuflasikan perangkap dengan seresah dan pasang sekokoh mungkin sejajar dengan permukaan tanah supaya hewan dapat berjalan secara alami kedalam perangkap lalu tandai lokasi pengamatan dengan pita atau label berwarna terang di ranting atau kayu sejajar dengan mata supaya mudah ditemukan saat pengecekan atau pengambilan.
5. Masukan umpan ke dalam perangkap. Umpan yang digunakan bervariasi, mulai dari singkong atau kentang yang diolesi selai kacang, ikan asin yang sedikit dibakar, potongan ikan atau daging, bahkan ada juga yang menaruh jangkring atau belalang didalam kantung kain. Pada dasarnya dibutuhkan suatu umpan yang dapat mengeluarkan aroma, atau suara yang dapat memancing tikus mendatangi perangkap.
6. Catat lokasi perangkap dan umpan yang digunakan ke dalam lembar data perangkap ([Figure 7.6](#fig-ldmpk))
7. Perangkap dipasang minimal 1x24 jam untuk kemudian dievaluasi untuk tetap berada dilokasi yang sama atau dipindahkan. Namun setiap perangkap wajib diperiksa pada pagi dan malam hari. Pada saat pengecekan, usahakan ganti umpan jika kondisinya sudah tidak bagus.
8. Bila ada satwa yang tertangkap, keluarkan menggunakan sarung tangan yang tebal, lalu masukan ke dalam kantong kain untuk melakukan pengukuran bagian tubuh di kamp. Bagian tubuh yang biasa diukur adalah panjang tubuh (HB), panjang kaki belakang (HF) dan panjang ekor (T) ([Figure 4.8](#fig-mfsm)). Jika sudah selesai diidentifikasi dan difoto, maka lepaskan kembali hewan di tempat tertangkap.

|  |
| --- |
| Figure 4.8: Ilustrasi pengukuran bagian tubuh untuk mamalia kecil |

#### 4.3.3.3 Jaring kabut dan perangkap harpa

Perangkap jaring kabut dan harpa dapat digunakan untuk menangkap kelelawar, kedua perangkap tersebut dapa digunakan bersama-sama atau sendiri-sendiri. Pada dasarnya perangkap jaring kabur lebih efektif untuk menangkap kelelawar dalam kelompok Megachiroptera atau kelelawar pemakan buah, sedangkan perangkap harpa untuk menangkap kelompok Microchiroptera atau kelelawar pemakan serangga.

**Jaring kabut:**

* Jaring kabut dipasang sepanjang jalur transek yang diduga menjadi perlintasan keleawar seperti tepi hutan, pintu hutan, melintangi sungai, punggungan jalur dan daerah terbuka. Pemasangan dapa juga mempertimbangkan area dengan pepohonan yang sedang berbuah dan berbunga ([Figure 7.7](#fig-ldmp))
* Jaring kabut idealnya dipasang pada sore hari sebelum matahari terbenam.
* Jaring kabut biasanya dipasang menggunakan ranting atau batang kayu pada jarak 0.5 – 3-meter dari permukaan tanah. Pemasangan jaring kabut harus longgar pada setiap segmen, supaya kelelawar tidak terpantul keluar ([Figure 4.9](#fig-mistnet) (C))
* Setelah jaring kabut terpasang, catat lokasi pemasangan kedalam lembar data ([Figure 7.7](#fig-ldmp)). Periksa kembali perangkap pada malam hari saat melakukan pengamatan malam hingga maksimal sampai jam 24:00. Apabila terdapat lebih dari 10 individu, perangkap dapat ditutup, namun jika kurang dari itu perangkap dapat dibiarkan terpasang sampai pagi.
* Perangkap yang dibiarkan terpasang sampai pagi di evaluasi untuk tetap dipertahankan atau dipindahkan ke lokasi yang lain. Apabila perangkap ingin dilanjutkan untuk malam berikutnya, tutup perangkap dengan menggulung bagian tengahnya supaya tidak ada burung yang terjebak.
* Untuk melepaskan kelelawar yang terperangkap, periksa dulu arah masuknya kelelawar pada jaring kabut
* Kendalikan terlebih dahulu kepalanya (bila terlalu sulit, bisa menggunakan kayu untuk gumpalan kain untuk mengalihkan perhatian), setelah itu pegang bagian badannya, lalu keluarkan mulai dari bagian kaki, setelah itu sayap dan kepala.

|  |
| --- |
| Figure 4.9: Ilustrasi pemasangan jaring kabut; (a) Pintu hutan (b) diatas sungai dan, (c) detil pemasangan jaring kabut yang longgar di setiap segmen. Sumber: (Borissenko and Kruskop 2003) |

**Perangkap harpa:**

* Perangkap harpa dipasang pada jalur transek, dekat sungai, mulut gua, daerah ekoton atau pinggiran hutan.
* Pemasangan dilakukan sebelum matahari terbenam, sekitar jam 16:00 – 17:00, sesuaikan lama pemasangan dengan waktu pemasangan.
* Tutup bagian kiri, kanan dan atasnya perangkap harpa dengan menggunakan tumbuhan disekitar untuk menghindari kelelawar melalui bagian terbuka
* Tutup bagian kiri, kanan dan atasnya kantung harpa menggunakan daun, karena beberapa jenis kelelawar mampu memanjat keluar melalui bagian tersebut. Setelah terpasang dengan sempurna, catat lokasi pemasangan kedalam lembar data ([Figure 7.7](#fig-ldmp)).
* Perangkap harpa dapat ditinggal hingga pagi hari untuk memeriksa kelelawar yang tertangkap kemudian dibongkar dan dipindahkan ke lokasi lainnya.

**Pencatatan kelelawar:**

Kelelawar yang tertangkap baik dari dari jaring kabut dan perangkap harpa dapat disimpan dulu ke dalam kantong kain untuk dilakukan identifikasi, pengambilan foto dan pengukuran tubuh ([Figure 4.10](#fig-kelmor)) di kamp. Bagian tubuh yang diukur adalah panjang tubuh (HB), panjang lengan depan (FA), panjang kaki belakang (HF), panjang ekor (T), panjang telinga (E) dan tragus (Tr) bila ada. Setelah selesai, lepaskan kembali kelelawar di lokasi tertangkap pada malam atau pagi hari.

|  |
| --- |
| Figure 4.10: Ilustrasi pengukuran bagian tubuh kelelawar. Sumber: (Borissenko and Kruskop 2003) |

## 4.4 Vegetasi

Secara umum, survei vegetasi dan pengukuran biomassa yang dilakukan FFI`s IP bertujuan untuk menggambarkan kondisi hutan melalui analisis vegetasi (jenis tumbuhan dominan, kerapatan pohon, tutupan kanopi pohon, dsb) serta potensi cadangan karbon yang terkandung di hutan tersebut (karbon atas permukaan, bawah permukaan, serasah, dan pohon mati). Analisis vegetasi biasanya digunakan untuk menggambarkan struktur dan komposisi dari vegetasi suatu habitat. Selain itu, sekaligus juga dapat digunakan untuk inventarisasi biodiversitas floristik suatu area.

Dari hasil survei vegetasi, kandungan karbon (karbon permukaan dan bawah) dapat di estimasi dengan menggunakan persamaan alometrik yang paling sesuai (Krisnawati, Adinugroho, and Imanuddin (2012); SNI 7724:2011; SNI 7725:2011). Persamaan alometrik yang digunakan akan menggambarkan biomassa dari tiap jenis pohon yang di data. Biomassa tersebut kemudian dikalikan dengan faktor pengali standar, 47% (IPCC, 2012), untuk memperoleh kandungan karbon dari tiap jenis pohon yang di data. Kandungan karbon tersebut kemudian dikalikan dengan berat molekul CO2 (3.67) untuk menghasilkan potensi emisi CO2 dari tiap jenis pohon yang di data. Pertumbuhan pohon atau riap dapat dihitung dengan menggunakan data lokal dari plot permanen, atau menggunakan asumsi pertumbuhan sebesar 3,4-ton biomassa per hektar per tahun (Penman et al. 2003; Eggleston et al. 2006).

**Batasan Studi**

survei vegetasi yang dilakukan FFI`s IP dibatasi pada tingkat tumbuhan tinggi tegakan kayu dengan ukuran kayu yang diukur dimulai dari diameter setinggi dada (DBH) 5 cm, dan diklasifikasikan ke dalam 3 kelas, yaitu:

* Kelas C: Pancang, DBH 5 – 14,99 cm
* Kelas B: Tiang, DBH 15 – 29,99 cm
* Kelas A: Pohon, DBH ≥ 30 cm

Liana dan pohon perambat tidak masuk dalam kategori di atas karena tidak berbentuk tegakan. Pembatasan ini dilakukan untuk menyesuaikan efektifitas usaha dan waktu dimana sedapat mungkin objek yang disurvei merupakan komunitas atau struktur utama pembentuk vegetasi. Selain itu, data pengukuran botani ini digunakan pula untuk penghitungan karbon tegakan (Above Ground Biomass - AGB) dimana kandungan karbon terbesar berada pada ketiga kelas kayu tersebut. Karbon pada tingkat semaian dan herba tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai cadangan karbon

### 4.4.1 Persiapan Tim

Pelaksanaan survei vegetasi di FFI`s IP membutuhkan ketelitian dan langkah kerja yang cukup banyak sehingga membutuhkan beberapa asisten untuk membantu di lapangan. Idealnya, satu orang peneliti utama dibantu dengan 4 orang asisten lokal dengan peran dan tanggung jawab seperti terlihat pada [Table 4.7](#tbl-tabtmv). Dalam pelaksanaannya, jumlah, susunan dan formasi peran dan tanggung jawab asisten lokal dapat berubah sesuai kondisi.

Table 4.7: Peran dan tanggung jawab tim vegetasi

| Peran | Tanggung jawab | Syarat khusus |
| --- | --- | --- |
| Peneliti utama | Koordinasi pekerjaan kepada seluruh asisten, memastikan seluruh data tercatat dengan benar sesuai protokol pada lembar data | Paham dengan protokol survei botani dan pengukuran biomassa |
| Asisten I: Pengenal jenis | Memberikan informasi tentang nama lokal dan informasi yang dibutuhukan mengenai jenis pohon | Mengenal pohon dan nama lokalnya dengan baik |
| Asisten II: Pembuat petak | Pengarah kompas dan membuat garis petak menggunakan meteran | Bisa menggunakan kompas dengan baik dan teliti |
| Asisten III: Pembuat petak | Pembuat garis petak | Paham menggunakan meteran standar |
| Asisten IV: Pengukur | Mengukur diameter pohon dan tinggi pohon | Terampil menggunakan diameter tape, distometer, serta ahli memanjat pohon |
| Asisten V: pengukur dan pengambil spesimen | Memasang plat alumunium pada pohon dan mengambil sampel | Ahli memanjat pohon untuk mengambil sampel |

### 4.4.2 Peralatan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam survey vegetasi terangkum pada [Table 4.8](#tbl-tabpv)

Table 4.8: Peralatan yang dibutuhkan tim vegetasi

| Peralatan | Penggunaan | Spesifikasi |
| --- | --- | --- |
| Diameter tape 3M (x 2) dan 1 M (x1) | Pengukuran diameter pohon | Bahan *fiber* dan angka tidak mudah pudar |
| Meteran pengukur 100 M (x1) dan 30 M (x1) | Pengukuran batas-batas petak | Bahan *fiber glass*, angka tidak mudah pudar |
| Tali rapia/ flagging tape | Penanda garis-garis atau titik batas. Khusus rapia, setelah penggunaan harus dilepas kembali. | Berwarna mencolok, awet dan *biodegradable* |
| Densiometer | Pendugaan persentase tutupan tajuk (%) | - |
| Kompas | Pembuatan petak | Stabil dan dapat berfungsi pada bidang miring |
| Pasak besi | sebagai penanda titik yang ditanam di dalam tanah, untuk memudahkan pendeteksian titik menggunakan metal detector | Berbahan besi |
| GPS (x2) | Penandaan lokasi geografis | Tahan banting, tahan air, dengan akurasi sekitar 3 m |
| Binoculars | Melihat rinci daun tajuk | Pembesaran minimal 20 x |
| Laser distance meter | Pengukuran tinggi pohon | - |
| Kamera digital (*prosummer*/SLR) | Foto spesimen, rona lingkungan, karakter tumbuhan | Perbesaran lensa min. 25x, memiliki fungsi *macro* dan *stabilizer* |
| Parang | Menyiangi tumbuhan bawah untuk jalur, membuat takikan batang | Ramping, tajam, panjang kurang lebih 14-16 inchi |
| Plastik sampel | Mengumpulkan koleksi spesimen tumbuhan | Ukuran besar, kira-kira 40 x 60 cm |
| Pelat alumunium (+ paku & palu) | Penanda fisik pohon | Kuat, ringan, tidak mudah rapuh |
| Lembar data | Lembar pencatatan data | - |
| Alat Tulis (Pensil, Spidol marker, papan dada) | Pencatatan data dan penandaan | Kuat, tidak mudah luntur |

### 4.4.3 Protokol Pengamatan

Survei vegetasi dilakukan dengan metode petak persegi berukuran 125 x 20 m merujuk pada SNI 7724:2011 dan P.33/Menhut-II/2009. Petak diletakkan pada garis transek dengan interval antar petak 500 m penelitian yang telah ditetapkan. Setiap petak terdiri dari tiga subpetak dengan pembagian kategori kelas pohon yang berbeda ([Table 4.9](#tbl-tabpvil)). Penempatan petak persegi terhadap transek diupayakan berseling kanan dan kiri per jarak 500 m antar titik awal petak. Petak pertama ditempatkan di sebelah kanan jalur transek. Penempatan sub-petak B dan C adalah di dalam dan sebelah awal dari petak A, kemudian sub-petak C berada di dalam sub-petak B pada sisi yang menjauh garis transek. Ilustrasi penempatan petak dan pembagian kelas sub-petak dapat dilihat pada [Figure 4.11](#fig-pv).

Table 4.9: Petak dan anak-petak persegi untuk tiap kategori vegetasi

| Ukuran sub-petak | DBH | Kategori | Kelas |
| --- | --- | --- | --- |
| 10 m x 10 m | 5 - 15 cm | Pancang | C |
| 20 m x 20 m | 15 - 30 cm | Tiang | B |
| 20 m x 125 m | > 30 cm | Pohon | A |

|  |
| --- |
| Figure 4.11: Bentuk dan peletakan petak persegi terhadap jalur transek |

Alur kerja survei di lapangan untuk vegetasi dan biomassa pohon adalah sebagai berikut:

|  |
| --- |
| Figure 4.12: Diagram alur kerja survei vegetasi |

Rincian prosedur untuk setiap langkah alur di atas dijelaskan di bawah ini.

#### 4.4.3.1 Penentuan titik petak

Alur pengerjaan pertama dari survey botani adalah penentuan letak petak persegi. Idealnya, dan harus diupayakan, petak persegi ditempatkan tepat di titik-titik yang telah ditentukan ([Figure 4.11](#fig-pv)). Namun kondisi aktual di lapangan kadang mendapati area yang tidak memungkinkan untuk membuat petak di titik tersebut, diantaranya medan yang sangat terjal sehingga membahayakan nyawa saat pengerjaan.

Langkah pengerjaan penentuan titik ini adalah sebagai berikut:

* Ketika tiba di titik yang ditetapkan, amati kondisi dimana petak akan dibuat.
* Tentukan skenario yang akan digunakan, yaitu:
* skenario A: bila kondisi memungkinkan, buat petak tepat pada titik yang telah ditetapkan.
* skenario B: bila kondisi kurang memungkinkan terutama karena kondisi kontur terlalu terjal, maka pindahkan petak ke area yang cukup aman namun tetap pada garis transek.
* Ketika letak petak sudah ditetapkan, rekam koordinat geografis petak menggunakan GPS tepat di titik awal atau titik petak 0,0, kemudian beri nama sesuai kode petak (plot ID).

**Hal yang perlu diperhatikan:**

Penentuan titik petak ini merupakan tanggung jawab dari surveior utama/ketua tim. Bila terjadi pemindahan titik petak harap catat pemindahannya, derajat arah panjang dan lebar petak, serta alasan pemindahan tersebut. Kondisi-kondisi yang memungkinkan untuk pemindahan letak petak diantaranya: kontur terlalu terjal/curam, dan terdapat sungai/danau tepat di titik awal atau di tengah petak yang dapat membiaskan luas petak secara signifikan. Untuk survey keanekaragaman, bila petak yang ditentukan berada pada area terbuka/terdegradasi, maka penempatan petak tetap sesuai dengan titik yang telah ditetapkan.

#### 4.4.3.2 Pembuatan petak persegi

Ukuran dan dimensi petak merupakan bagian penting dari rangkaian survey botani vegetasi dan biomassa pohon. Dimensi dan ukuran yang tidak sempurna akan menghasilkan bias terhadap data. Perlu diperhatikan baik-baik bahwa ukuran harus tepat menyesuaikan kontur permukaan tanah. Dalam hal ini, pembuatan petak dapat dilakukan dengan dua cara berdasarkan kondisi konturnya.

* **Kontur tanah cenderung rata.** Bila kontur permukaan tanah dimana petak akan dibuat cenderung rata, maka pembuatan petak dapat dilakukan dengan pembuatan batas-batas petak secara langsung sesuai [Figure 4.11](#fig-pv) di atas.
* **Kontur permukaan petak bergelombang / tidak rata.** Kontur permukaan yang tidak rata, umumnya di area berbukit, akan membuat bias dimensi dan ukuran sehingga luasan petak akan berubah. Petak tidak akan berbentuk persegi secara sempurna karena terpengaruh oleh perbedaan kontur antar batas petak. Untuk menyiasati hal ini, maka pembuatan petak dilakukan dengan teknik tulang ikan. Petak ini dibuat dengan terlebih dahulu membuat garis tengah petak, lalu mengukur batas-batas kiri dan kanan petak masing-masing sejauh 10 meter dari garis tengah. Dengan demikian, meski bentuk petak tidak persegi sempurna, namun ukuran dan luas petak tidak akan berubah. Bentuk dan dimensi petak yang akan dibuat idealnya seperti pada [Figure 4.13](#fig-tiv).

|  |
| --- |
| Figure 4.13: Bentuk dan ukuran petak dan sub-petak dengan teknik tulang ikan |

Idealnya arah panjang petak menyesuaikan arah transek yaitu dari utara ke selatan atau sebaliknya. Pembuatan petak tulang ikan yang dijelaskan di bawah ini mengambil asumsi arah petak mengarah ke utara dan lebar ke arah timur. Langkah demi langkah pembuatan petak tulang ikan dijelaskan sebagai berikut:

1. Buat tanda patok di titik (0,0) dan beri tanda fisik menggunakan flagging tape secukupnya, kemudian tanam besi dalam tanah di titik ini,
2. Dari titik (0,0) tembak arah 90°-garis panjang (ke arah lebar) menggunakan kompas, kemudian tarik meteran ukur sejauh 10 meter ke arah tersebut, beri tanda dengan flagging tape dan beri nama 10,0,
3. dari titik (10,0) tembak arah 0° / ke arah panjang p etak, lalu tarik garis 10 meter ke arah tersebut dan beri patok, titik ini adalah (10,10),
4. dari titik (10,10) buat garis ke samping kanan dan kiri tegak lurus garis, masing-masing 10 meter dan beri tanda flagging tape,
5. dari titik (10,10) buat garis ke arah panjang sejauh 10 meter (10,20) lalu lakukan langkah yang sama seperti poin ‘c’ dan ‘d’,
6. lakukan pengulangan seterusnya ke arah panjang petak hingga meter ke 120 atau titik (10,120),
7. dari titik (10,120) buat garis ke arah panjang sejauh 5 meter (10,125), tandai, kemudian lakukan langkah sama seperti tahap ‘d’,
8. Petak telah selesai dibuat dan pastikan bahwa besi telah tertanam di titik 0,0; 10,0 ; 20,0; 10,10; dan 20,10.

**Keterangan penting:**

Arah panjang transek di lapangan tidak selalu mengarah ke utara, pada kondisi tertentu arah transek bisa menyamping atau menyerong dari arah utara. Kunci ketepatan pembuatan batas-batas petak adalah ketelitian dalam membaca kompas, upayakan agar pembaca kompas teliti betul. Setiap survey yang telah dilakukan, besar kemungkinan akan dilakukan pemantauan, pengukuran ulang, atau verifikasi audit petak, pendeteksian terhadap titik awal petak menjadi sangat penting untuk memudahkan ditemukannya kembali petak-petak yang telah dibuat. Untuk menyiasati ini, tanda fisik dengan flagging tape dan besi yang ditanam jangan sampai hilang.

#### 4.4.3.3 Identifikasi rona lingkungan

Identifikasi lingkungan dilakukan untuk melihat gambaran rona hutan di dalam dan sekitar petak serta mengamati daya dukung terhadap vegetasi. Prosedur yang perlu dilakukan diantaranya:

* Catat beragam informasi lingkungan mencakup: tipe hutan, persentase tutupan bawah, hidrologi (ada/tidak sumber air dan berapa jauh dari petak), dan terrain system (tipe tanah, kemiringan, rawa, terendam permanen/temporer, dll.)
* Informasi lain yang penting atau sekiranya berpengaruh terhadap dinamika ekosistem hutan dicatat pula, seperti adanya gangguan pembalakan, bekas kebakaran, dan lain-lain.
* Ambil gambar dari rona lingkungan menggunakan kamera digital, seminimal nya foto empat arah (utara, timur, selatan, barat) di titik 0,0 ( [Figure 4.14](#fig-rlv)). Kondisi rona lingkungan yang menarik diambil pula gambarnya seperti bukaan di dalam hutan, bekas tebangan pohon, dan lain-lain.

|  |
| --- |
| Figure 4.14: Contoh gambar foto rona lingkungan |

#### 4.4.3.4 Pengukuran tutupan tajuk

Tutupan kanopi sangat erat kaitannya dengan dinamika ekosistem di bawahnya seperti menyediakan iklim mikro bagi vegetasi dan habitat beragam satwa. Untuk mengukur tutupan tajuk, ukur persentase tutupan kanopi menggunakan densiometer atau kamera lensa *fisheye*. Lakukan pengukuran di titik (10,0); (10,50); dan (10,100). Pendugaan tutupan tajuk seperti pada [Figure 4.15](#fig-pkv).

|  |
| --- |
| Figure 4.15: Contoh pendugaan tutupan tajuk. (Sumber; https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.01.004) |

#### 4.4.3.5 Pengukuran tegakan pohon

Setelah petak selesai dibuat maka pengukuran tiap tegakan dapat dimulai. Pengukuran tiap tegakan mencakup diameter, tinggi, koleksi dan foto spesimen, hingga penandaan tegakan. Tegakan pohon yang diukur sesuai dengan kelas diameter dan anak-petaknya.

##### 4.4.3.5.1 Pengukuran diameter pohon

Diameter pohon merupakan data penting untuk estimasi biomassa dan penguasaan lahan oleh jenis. Pengukuran diameter idealnya dilakukan pada batang utama pohon menggunakan diameter tape (phi-band) di ketinggian setinggi dada (*diameter breast height* – dbh). Untuk konsistensi titik pengukuran maka tinggi dbh ini ditetapkan 1,3m dari permukaan tanah. Untuk lebih memudahkan pengerjaan, buat tongkat kayu sepanjang 1,3m terlebih dahulu untuk mengukur tinggi 1,3m ini. Pengukuran tersebut dilakukan hanya bila bentuk batang di titik 1,3m tersebut bulat sempurna.

|  |
| --- |
| Figure 4.16: Cara mengukur diameter setinggi dada secara langsung. (Sumber: http://www.epa.gov) |

Dimensi bentuk pohon seringkali tidak membulat sempurna atau memiliki bentuk khusus seperti banir tinggi atau akar tunjang. Untuk pohon-pohon dengan kondisi khusus tersebut, pengukuran dilakukan dengan ketentuan seperti pada ilustrasi [Table 4.10](#tbl-bkk) di bawah ini.

Table 4.10: Teknik-teknik pengukuran diameter batang dengan kondisi khusus

| Keterangan | Ilustrasi |
| --- | --- |
| **Pohon di tanah yang miring.** Pengukuran diameter pohon di tanah yang miring dimulai dengan mengukur tinggi 1,3m dari permukaan tanah yang paling tinggi menyentuh dasar pohon. DBH dihitung pada bagian batang di titik 1,3m tersebut |  |
| **Pohon cacat (*deform*) di titik 1,3 m.** Jika di titik 1,3m dari permukaan tanah, batang tidak bulat sempurna/cacat. maka titik pengukuran adalah pada 0,3m di atas dari ujung bagian yang cacat tersebut |  |
| **Pohon miring (*leaning*).** Pengukuran pada pohon miring dilakukan dengan mengukur 1,3m dari tanah pada sisi arah miring pohon tersebut/sisi yang terdekat dengan tanah |  |
| **Pohon berbanir atau berakar tunjang.** jika tinggi banir atau akar tunjang di bawah 1,3m, maka pengukuran tetap dilakukan pada tinggi 1,3m |  |
| Jika batas tinggi banir atau akar tunjang di atas 1,3 m dari permukaan tanah, maka pengukuran dilakukan di titik 0,3 m dari batas banir/akar tunjang |  |
| Bila batas banir terlalu tinggi sehingga tidak memungkinkan untuk dipanjat, maka lakukan teknik dua tiang sesuai gambar di samping. Tiang didapat dari tegakan tingkat tiang lurus yang berasal dari luar petak dengan tinggi yang sesuai. Dua tiang disandingkan berjajar mengapit batang pada titik ukur diameter, orang ketiga memastikan bahwa tiang telah lurus, sejajar dan tepat di titik diameter, kemudian jarak antar tiang diukur dan dianggap sebagai diameter batang |  |
| **Pohon Bercabang atau Pohon berbatang ganda.** Jika pohon bercabang dengan tinggi cabang pada atau di atas 1,3m (a) maka pengukuran diameter dilakukan di bawah titik percabangan. Jika cabang pohon berada di bawah 1,3m (b), maka masing-masing batang diukur pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah dan masing-masing cabang dianggap 1 tegakan |  |
| **Pohon tumbang.** Pohon yang tumbang namun masih tumbuh dedaun hidup dianggap sebagai pohon hidup. Pengukuran diameter pohon ini dilakukan pada bagian batang sejauh 1,3m dari batas akar dan batang |  |
| **Pohon dengan liana.** Jika liana tumbuh pada titik pengukuran, jangan potong liana tersebut. Jika memungkinkan, Tarik liana menjauhi batang dan sematkan meter dbh tape di belakang liana sehingga dbh tape dapat melingkari batang dengan sempurna. Jika tidak memungkinkan, maka dengan bantuan pisau atau parang, buat dbh tape menyisip di antara liana sehingga dapat melingkari batang. Atau, jika liana sudah terlampau besar atau sudah sangat menempel pada batang, maka gunakan sisi belakang dari dbh tape (atau meteran ukur) untuk mengukur diameter batang secara visual |  |

##### 4.4.3.5.2 Pengukuran tinggi pohon

Tinggi pohon yang diukur adalah tinggi bebas cabang (TBC) dan tinggi total (TT) menggunakan laser distometer/distancemeter. Konsep penggunaan distometer adalah merekam secara langsung jarak laser dari alat ke target yang dituju. Cara penggunaan distometer adalah arahkan laser dari dasar pohon secara langsung ke arah pucuk pohon (untuk mengukur tinggi total) atau ke arah cabang pertama (untuk mengukur tinggi bebas cabang) kemudian rekam jaraknya. Cara tersebut dapat digunakan bila kondisi medan memungkinkan untuk laser mencapai target tanpa terhalang oleh apapun sehingga tinggi dapat langsung direkam. Pada kondisi sebenarnya, kondisi tersebut hampir tidak memungkinkan, karena banyaknya penghalang di dalam hutan sehingga laser tidak dapat mencapai target. Cara yang dapat digunakan adalah menggunakan konsep pytagoras, dengan cara mengambil jarak dari pohon target sejauh mana laser dapat mencapai target. Kemudian setting distometer ke mode pengukuran pitagoras. Dari jarak tersebut, arahkan pointer laser ke pohon target pada tiga arah: cabang pohon, searah tinggi distometer, dan dasar pohon seperti terlihat pada [Figure 4.17](#fig-dst), kemudian rekam. Distometer secara otomatis akan menghitung tinggi pohon secara langsung.

|  |
| --- |
| Figure 4.17: Alat distometer dan konsep pengukuran tinggi pohon. (Sumber:theoriginallaserdistancemeter.co.uk) |

**Hal yang harus diperhatikan:**

Pengukuran langsung terhadap target tinggi total besar kemungkinan sulit dilakukan karena kendala banyaknya penghalang di sekitar target. Dalam kondisi demikian, penggunaan laser distometer dimaksudkan untuk meminimalisir margin eror dalam pengukuran tinggi secara langsung. Arahkan target laser ke bagian yang sedekat mungkin dengan puncak target, kemudian dari jarak tersebut tambahkan estimasi tinggi hingga ke puncak. Estimasi yang dibuat tersebut diasumsikan sebagai margin eror dari tinggi sebenarnya.

##### 4.4.3.5.3 Foto dan koleksi spesimen

Identifikasi di lapangan sering kali sangat sulit dilakukan, terlebih bila jenis tersebut belum pernah dijumpai sebelumnya. Dalam pencatatan, nama pohon teridentifikasi di lapangan bisa berupa nama lokal dan/atau tingkat taksa yang paling mendekati, seperti misal Fabaceae, Shorea sp. Untuk identifikasi lebih lanjut, spesimen setiap jenis harus diambil.

Pengambilan spesimen sedapat mungkin lengkap mewakili karakter penting untuk indetifikasi. Karakter tersebut diantaranya daun dengan ranting-rantingnya, bunga dan buah, serta karakter khusus lainnya seperti damar. Upayakan untuk sedapat mungkin mengoleksi spesimen tersebut untuk dipreparasi atau herbaria. Jika spesimen karakter-karakter tersebut sangat sulit untuk dicuplik, maka seminimalnya ambil serasah daunnya paling sedikit 3 lembar per jenis kemudian beri nama kode pohon dengan spidol marker. Teknik preparasi spesimen herbaria dapat dilihat pada [lampiran 2](#lampiran-2.-teknik-preservasi-spesimen). Catat ciri-ciri khas dari jenis di bagian keterangan pada lembar data, seperti berdamar susu, berduri panjang, dll.

Selain pengambilan spesimen, pengambilan gambar dari karakter tumbuhan pun diperlukan untuk melengkapi dan membantu proses identifikasi. Teknik pengambilan gambar karakter tersebut sebisa mungkin mewakili setiap karakter yang dibutuhkan untuk proses identifikasi. Karakter yang wajib diambil gambarnya mencakup: daun dan struktur percabangannya, batang lengkap dengan takikan batangnya, karakter generatif (bila dijumpai), serta karakter khusus seperti damar, getah, dan duri. Contoh pengambilan gambar karakter tersebut dapat dilihat pada [Table 4.11](#tbl-tabgkj).

**Hal yang perlu diperhatikan:**

Daun serasah yang dicuplik harus tepat berasal dari pohon jenis yang dimaksud dan tidak dalam kondisi rusak/terdekomposisi. Gunakan teropong atau bantuan lensa zoom dari kamera untuk memastikan bentuk daun yang masih berada di atas pohon.

Table 4.11: Contoh-contoh pengambilan gambar karakter jenis

| Keterangan | Ilustrasi |
| --- | --- |
| **Batang utama.** Informasi yang diharapkan: warna batang, tekstur permukaan kulit, ada tidaknya banir/akar tanjung. |  |
| **Daun hidup.** setidaknya harus mencakup informasi percabangan, bentuk, warna, dan tipe formasi duduk daun |  |
| **Takikan batang dan daun serasah.** Untuk mengidentifikasi dari kulit luar, kulit dalam, urat kayu, dan ciri khusus seperti getah. Informasi mengenai warna masing-masing karakter sangat penting untuk menentukan jenis |  |
| **Organ generatif.** Bila dijumpai bunga dan atau buah dari jenis, ambil gambarnya setidaknya gambar utuh. Sertakan pembanding saat pengambilan gambar |  |
| **Ciri - ciri khusus.** Bila jenis memiliki ciri khusus seperti getah, damar, duri, dan lain sebagainya, ambil gambar dari ciri khusus tersebut |  |

##### 4.4.3.5.4 Penandaan pohon

Penandaan pohon dilakukan dengan maksud selain memberikan ID setiap tegakan yang diukur, juga untuk memudahkan pencarian dalam pengukuran ulang atau verifikasi di masa mendatang. Penandaan dilakukan dengan memasang plat alumunium berukuran kurang lebih 6 x 3 cm yang memuat setidaknya informasi kode pohon. Pemasangan alumunium dilakukan dengan menancapkan plat pada pohon dengan paku. Contoh pemasangan dapat dilihat pada [Figure 4.18](#fig-tag).

|  |
| --- |
| Figure 4.18: Contoh pemasangan plat tagging |

# 5. Pengelolaan Data

Pengelolaan data yang baik merupakan aspek yang penting dalam upaya konservasi, dengan adanya data yang terkelola dengan baik, potensi untuk kebermanfaatan yang lebih luas semakin teroptimalkan, seperti; menghasilkan analisa data yang holistik dan tepat guna, menjadi pembelajaran untuk perbaikan pada proyek berikutnya serta kolaborasi antar institusi. Oleh karena itu praktik terbaik dalam pengelolaan data adalah ketika data tersebut dapat disimpan serta didokumentasikan dengan benar sehingga dapat memfasilitasi untuk penggunaan di kemudian hari.

Pengelolaan data yang baik sangat penting dalam upaya konservasi. Data yang terkelola dengan baik dapat memberikan manfaat yang lebih luas, seperti menghasilkan analisis data yang tepat, menjadi pembelajaran untuk perbaikan pada proyek atau survei berikutnya, serta kolaborasi antar institusi. Oleh karena itu, praktik terbaik dalam pengelolaan data adalah dengan menyimpan dan mendokumentasikan data dengan benar dan konsisten sehingga dapat memfasilitasi penggunaannya di kemudian hari.

|  |
| --- |
| Figure 5.1: Keterkaitan antar jenis data |

Bab ini akan memberikan rekomendasi tentang pengelolaan data kehati yang dihasilkan oleh kajian survei kehati secara umum. Kajian survei kehati yang dilakukan oleh FFI’s IP menghasilkan empat jenis data, yaitu data tabular, spasial, dokumentasi (foto/video), dan laporan hasil. Keempat jenis data tersebut saling terkait satu sama lain, sehingga diperlukan struktur folder dan mekanisme penamaan data yang baku agar fungsi dari keempat jenis data tersebut dapat saling terkait. [Figure 5.1](#fig-foldering) di atas menjelaskan tentang empat folder utama yang perlu diterapkan dalam pengelolaan data kehati.

## 5.1 Data tabular

Data tabular merupakan data utama dari kajian survei kehati yang berisi temuan satwa dan informasi usaha survei disetiap unit cuplik. Contoh serta cara pengisian lembar data lapang (*tally sheet*) yang digunakan dibahas lebih lengkap dalam [(Lampiran 1)](#lampiran-1.-lembar-data). Pada [Figure 5.2](#fig-folderingtabular) dibawah, terdapat minimal dua jenis data. Pertama dalam format pdf dari hasil pemindaian *tally sheet*, data ini merupakan sumber verifikasi utama ketika terdapat kesalahan dalam pemindahan ke format digital (xls). Kedua merupakan lembar data digital (*datasheet*) dalam format xls, berupa salinan *tally sheets* sebagai data utama yang akan disimpan. Prinsip dari jenis data ini mampu dibaca baik oleh manusia, maupun komputer. Oleh karena itu, praktik terbaik dari suatu *datasheet* adalah:

* Satu kolom hanya diisi satu jenis data
* Konsistensi kolom; hanya berisi teks saja, angka saja atau tanggal saja. Tidak ada kolom dengan format yang bercampur
* Konsistensi penulisan; Format dan kategori yang digunakan selalu sama disetiap baris
* Hindari penggunaan spesial karakter seperti; @,$,\* dan lainnya.
* Gunakan referensi kordinat WGS84 dengan format *decimal degree* (contoh; 102.56548, -1.54862), supaya data kordinat dapat relevan lintas lanskap dan mudah dibaca oleh sistem

|  |
| --- |
| Figure 5.2: Komponen pada folder data tabular |

Templat *datasheet* yang dapat digunakan dalam kajian biodiversitas dapat diunduh melalui tautan berikut ini; [*Datasheet-biodive*](https://ffionline-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/ravriandy_fauna-flora_org/El4Td6QaQbxKtunHIDizavcB_9ihoZhr3cLKKk18gl55aw?e=cqNTp5). Setiap *datasheet* memiliki 4 lembar utama berupa;

1. Data perjumpaan. Lembar ini berisi informasi setiap temuan satwa.
2. Usaha survei. Lembar ini berisi informasi usaha survei dan *SSU*. Tab pertama dan kedua memastikan bahwa setiap kajian yang dilakukan memiliki usaha survei yang dapat diukur, sehingga analisa yang dilakukan dapat dibandingkan dengan kajian yang lain secara terukur.
3. Deksripsi pengisian data. Lembar ini berupa informasi cara pengisian setiap kolom dalam lembar pertama dan kedua. Lembar ini dijadikan acuan dalam pengisian data dan memastikan penggunaan data yang konsisten, serta dapat diinterpretasikan dan di replikasi oleh orang lain di kemudian hari.
4. Informasi survei. Lembar ini berisi informasi kepemilikan data serta gambaran umum survei tersebut. Dengan adanya informasi ini, orisinalitas kepemilikan data melekat pada data tersebut.

Setelah kedua data tersebut terpenuhi, kontrol terhadap kualitas data juga harus dilakukan. Seringkali data-data yang dituliskan terjadi kesalahan seperti;

* Keliru dalam peletakan koma dari angka yang seharusnya 11,10 menjadi 111,0
* Kesalahan ejaan dalam penulisan nama latin, seperti ‘Neofelis diardii’, ‘Neofelis diiardi’, ‘Neofelis diardi’. Dalam sistem komputer, ketiga nama tersebut akan terbaca menjadi tiga spesies berbeda.

## 5.2 Dokumentasi (Foto/Video)

Dokumentasi terpilih yang didapatkan dari kegiatan survei masuk ke dalam folder tersebut. Pada umumnya, terdapat dua sub-folder yang perlu ada yaitu aktivitas dan spesies. Folder aktivitas disusun hingga tingkat ke-3 berupa foto-foto terpilih mengenai aktivitas yang dilakukan oleh tim terkait survei. Penamaan foto / video ditulis sesuai dengan aktivitas yang dilakukan, folder ini memastikan seluruh foto dengan kualitas orisinal dapat tersimpan dengan baik serta narasi mengenai kegiatan yang dilakukan dapat tersimpan secara terstruktur ([Figure 5.3](#fig-folderingdok)).

|  |
| --- |
| Figure 5.3: Komponen pada folder dokumentasi |

Folder spesies disusun hingga tingkat keempat dengan tambahan sub-folder berupa nama spesies. Di dalam folder nama spesies tersebut disimpan seluruh foto baik perjumpaan langsung maupun tanda keberadaan, seperti cakaran beruang dan tapak harimau. Penamaan setiap foto harus sama dengan nama yang tertulis dalam *datasheet* pada folder data tabular (lihat [Figure 5.4](#fig-folderingdoktab)). Prosedur ini sangat penting untuk memastikan bahwa upaya verifikasi terhadap temuan spesies dapat dilakukan. Kesalahan dalam proses identifikasi bukanlah hal yang tidak mungkin terjadi, terutama jika yang melakukan survei belum memiliki banyak pengalaman. Selain itu, cara ini juga dapat berfungsi sebagai upaya identifikasi lebih lanjut jika ketika survei berlangsung satwa atau tumbuhan tersebut belum dapat diidentifikasi hingga ke tingkat spesies.

|  |
| --- |
| Figure 5.4: Keterkaitan antara data tabular dengan dokumentasi |

## 5.3 Data spasial

Folder ini berisi seluruh data spasial pendukung kegiatan survei. Folder utama yang perlu ada setidaknya adalah gpx dan shapefiles ([Figure 5.5](#fig-folderingsp)). Folder gpx merupakan *backup* dari data gps yang dipakai, baik untuk menyimpan data *waypoint* maupun *track*. Data gpx dalam bentuk *waypoint* digunakan untuk verifikasi kordinat yang tertulis dalam lembar data, sekaligus sebagai informasi tambahan untuk titik penting lainnya, sedangkan data *track* diperlukan agar informasi terkait jalur dan rute survei dapat digunakan oleh tim lain jika terdapat pergantian personil, maupun oleh pemangku kepentingan lain jika dibutuhkan di kemudian hari. Data dari gps dapat dengan mudah dikelola serta dipindahkan antar perangkat (contoh; gps ke laptop, maupun sebaliknya) menggunakan perangkat lunak [*BaseCamp*](https://www.garmin.com/en-US/software/basecamp/).

|  |
| --- |
| Figure 5.5: Komponen pada folder data spasial |

Folder shapefile utamanya berisi lokasi transek ataupun plot, dengan isian atribut tabel yang sama pada *datasheet* di lembar kedua (usaha survei / *Event sampling*) ([Figure 5.6](#fig-folderingsp2)). Selain itu, data pendukung lainnya seperti batas kawasan, sungai, jalan dan informasi penting lainnya dalam area studi juga disarankan masuk kedalam folder tersebut.

|  |
| --- |
| Figure 5.6: Keterkaitan antara data tabular dengan shapefiles dalam data spasial |

## 5.4 Laporan

Seluruh laporan dari hasil kajian survei yang dilakukan, baik itu laporan tematis ataupun laporan utama disimpan dalam folder ini. Penamaan laporan dibuat dengan praktik sebagai berikut;

* Dibuat sesingkat mungkin namun tetap informatis
* Hindari kata yang berulang
* Hindari spesial karakter seperti; !@#$%^&\*()`;<>?,’“|
* Menambahkan versi untuk memudahkan melacak perubahan seperti; laporan-mamalia-seko2021\_02-12-21, laporan-mamalia-seko2021\_25-12-21.
* Penambahan inisial pada akhir nama juga dapat ditambahkan bila diperlukan untuk melihat *reviewer* terakhir seperti; laporan-mamalia-seko2021\_25-12-21\_FNT.

## 5.5 Penyimpanan data

Setelah melalui empat tahap sebelumnya termasuk pengendalian kualitas data, tahap terakhir adalah menyimpan data final ke dalam tiga lokasi yang berbeda. Ketiga lokasi penyimpanan tersebut adalah:

1. Lokal pada hard drive external di site atau wilayah kerja masing-masing, yang didedikasikan khusus untuk penyimpanan final semua kegiatan.
2. Online pada akun personal OneDrive staf FFI’s IP yang ditunjuk sebagai wali data di site tersebut.
3. Menghubungkan data pada poin dua tersebut pada akun OneDrive Indonesia (indonesia@fauna-flora.org, cc; ryan.avriandy@fauna-flora.org) dan mengirimkan email pemberitahuan pembaruan data pada email tersebut.

Tahapan pertama dilakukan untuk memastikan data tersimpan tidak hanya pada laptop individu tetapi juga ada cadangan lokal di site tersebut. Tahap kedua untuk memastikan backup secara online karena penyimpanan lokal dapat kehilangan data akibat kerusakan atau pencurian infrastrukturnya. Terakhir, tahap ketiga dilakukan untuk memastikan adanya cadangan di nasional antara site dan proyek agar data nasional dapat diperbarui secara berkala. Data ini dapat ditampilkan dalam sistem [visualisasi data FFI’s IP](https://ryanavri.shinyapps.io/FFI_Database/) untuk strategi proposal bagi fundraiser atau pengelola pusat untuk membantu pelaporan kepada donor.

# 6. Analisis Data

Setelah melalui tahap survei dan pengelolaan data, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menganalisis data. Proses analisis data ini sangat penting untuk dapat merangkum dan mensintesis data yang telah dikumpulkan selama survei. Dalam analisis data, Anda akan menarik kesimpulan penting dari data mentah yang telah dikumpulkan. Hal ini dapat menjadi tantangan yang menarik, sekaligus menyenangkan, sama seperti pekerjaan lapangan. Melalui proses analisis data, Anda akan merasa puas karena berhasil menghasilkan kesimpulan yang didukung oleh data aktual yang telah Anda kumpulkan sebelumnya. Oleh karena itu, analisis data merupakan tahap yang sangat penting dalam penyusunan laporan ilmiah yang mudah dipahami oleh pembaca.

Tujuan utama dari analisis data adalah untuk menerjemahkan sejumlah besar informasi yang bersifat numerik dan kompleks menjadi bentuk yang mudah dipahami dan singkat. Ada banyak cara untuk melakukannya dan metode yang dapat dipelajari, namun bab ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum tentang berbagai pendekatan untuk mendeskripsikan dan menganalisis data menggunakan metode survei yang sudah dijelaskan sebelumnya. Teori dasar dan mendalam mengenai metode statistik yang digunakan diluar lingkup panduan ini, namun anda dapat mempelajari lebih dalam pada literatur berikut ini (Legendre and Legendre 2012; Fielding 2006; Cook and Wheater 2000; Henderson and Seaby 2008; Margalef 1973).

## 6.1 Kekayaan dan keseragaman spesies

Dalam kajian survei, anda mungkin ingin menjelaskan data temuan spesies dalam hal kekayaan komunitas. Secara sederhana, hal ini dapat dibuat dengan melaporkan jumlah spesies dan individu yang ditemukan. Metode yang lainnya adalah melibatkan perhitungan indeks keanekaragaman dan keseragaman. Di sini, proporsi relatif setiap spesies dalam seluruh komunitas digunakan untuk membuat indikator keanekaragaman (biasanya indeks ini akan bernilai tinggi saat ada banyak spesies dengan kelimpahan yang sama - yaitu tidak ada satu spesies pun yang mendominasi). Sebaliknya, indikator keseragaman dapat dihasilkan yang menggambarkan seberapa seimbang proporsi relatif spesiesnya (keseragaman rendah dikaitkan dengan kasus di mana satu spesies mendominasi komunitas yang disurvei). Anda dapat mempelajari lebih dalam mengenai indek kekayaan dan keseragaman pada literatur berikut ini; . Contoh indeks yang biasa digunakan tersaji pada [Table 6.1](#tbl-tabelindeks).

Table 6.1: Indeks kekayaan dan keseragaman yang biasa digunakan

| Index | Keterangan | Formula |
| --- | --- | --- |
| Shannon - Wiener | Memperhitungkan jumlah individu dari masing-masing spesies yang ditemukan dalam suatu area atau habitat. Semakin tinggi nilai indeks Shannon-Wiener, semakin besar jumlah dan kemerataan spesies dalam suatu komunitas | S adalah jumlah spesies, dan pi adalah proporsi jumlah individu pada spesies ke-i. Nilainya jarang melebihi 4. |
| Margalef | Mengukur kekayaan spesies relatif terhadap kelimpahan spesies dalam suatu komunitas. Nilai indeks yang lebih tinggi menunjukkan tingkat keanekaragaman yang lebih tinggi dalam suatu komunitas. | N adalah jumlah total individu dalam sampel atau komunitas |
| Pielou Evennes | Mengukur seberapa merata spesies didistribusikan dalam suatu komunitas. Nilai indeksnya berkisar dari 0 hingga 1, dengan 1 menunjukkan distribusi yang sempurna atau keseragaman yang maksimal, sementara 0 menunjukkan distribusi yang sangat tidak merata atau keseragaman yang minimal. |  |
| Simpson | mengukur dominasi suatu spesies dalam suatu komunitas. Indeks ini menghasilkan nilai antara 0 dan 1, di mana nilai 1 menunjukkan bahwa hanya ada satu spesies yang mendominasi komunitas, sementara nilai 0 menunjukkan adanya keanekaragaman maksimum. Perhitungan indeks Simpson didasarkan pada proporsi relatif jumlah individu dari masing-masing spesies dalam suatu komunitas |  |

## 6.2 Perbedaan komposisi spesies

Terdapat banyak cara untuk mengukur perbedaan komposisi spesies berdasarkan pada dua pendekatan yang berbeda. Pendekatan pertama mengevaluasi apakah dua atau lebih komunitas memiliki spesies yang sama berdasarkan jumlah spesies yang dimiliki secara bersama dibandingkan dengan spesies yang ditemukan hanya di salah satu komunitas. Pendekatan kedua melihat tumpang tindih tidak hanya pada tingkat spesies tetapi juga pada kelimpahan masing-masing spesies. [Table 6.2](#tbl-tabdisindex) adalah beberapa contoh yang biasa digunakan.

Table 6.2: Metode ketidaksamaan yang biasa digunakan

| Index | Tipe data | Keterangan | Formula |
| --- | --- | --- | --- |
| Jaccard index | Presence / absence | Merupakan salah satu rumus yang paling sederhana, namun rumus ini tidak mempertimbangkan spesies yang tidak hadir pada kedua komunitas yang dibandingkan. | * a = jumlah spesies yang ditemukan pada kedua komunitas * b = jumlah spesies yang ditemukan hanya pada komunitas pertama * c = jumlah spesies yang ditemukan hanya pada komunitas kedua |
| Sørensen index | Presence / absence | Mirip dengan pengukuran Jaccard namun memberikan bobot yang lebih besar pada spesies yang ditemukan bersama di kedua komunitas. | * a = jumlah spesies yang ditemukan pada komunitas A * b = jumlah spesies yang ditemukan pada komunitas B * c = jumlah spesies yang ditemukan pada komintas A dan B |
| Bray-Curtis index | Kelimpahan | Mengukur perbedaan antara komunitas berdasarkan kelimpahan relatif spesies yang dihadirkan dan yang tidak dihadirkan dalam masing-masing komunitas. Semakin besar nilai indeks ini, semakin berbeda pula komposisi spesies antar-komunitas | * adalah kelimpahan spesies dalam komunitas pertama * adalah kelimpahan spesies dalam komunitas kedua * S adalah total spesies yang sama dalam kedua komunitas tersebut. |

## 6.3 Faktor Lingkungan terhadap Kelimpahan Spesies

*Generalized Linear Model* (GLM) / model linier umum adalah sebuah pendekatan analisis statistik yang dapat digunakan dalam analisis ekologi untuk memprediksi dan menjelaskan hubungan antara variabel respons dan satu atau lebih variabel prediktor dengan mempertimbangkan asumsi khusus mengenai distribusi data dan hubungan antara variabel.

Pendekatan ini cocok digunakan dalam analisis data ekologi karena data ekologi umumnya bersifat tidak normal, terdapat variasi yang besar dalam data, dan hubungan antar variabel seringkali bersifat kompleks. Dalam analisis ekologi, GLM dapat digunakan untuk mempelajari pengaruh faktor lingkungan, prediktor biologis, dan faktor-faktor lainnya terhadap variabel respons seperti biomassa, kelimpahan, atau keanekaragaman spesies.

Contoh penerapan GLM dalam analisis ekologi adalah ketika kita ingin memahami faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kelimpahan populasi suatu spesies di suatu habitat. Kita dapat mengumpulkan data tentang kelimpahan spesies tersebut dan variabel lingkungan yang mungkin mempengaruhinya seperti jenis tanah, kelembaban, dan suhu. Selanjutnya, kita dapat menggunakan GLM untuk mengidentifikasi variabel lingkungan yang signifikan dalam mempengaruhi kelimpahan spesies tersebut dan memprediksi kelimpahan spesies di suatu habitat dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan yang signifikan.

Sebagai contoh, kita dapat menggunakan GLM untuk mempelajari pengaruh suhu dan kelembaban terhadap kelimpahan burung di suatu hutan. Dalam studi ini, kita dapat mengumpulkan data tentang kelimpahan burung, suhu, dan kelembaban di beberapa titik di hutan yang berbeda. Selanjutnya, kita dapat menggunakan GLM untuk memprediksi kelimpahan burung di suatu titik berdasarkan suhu dan kelembaban di titik tersebut. Dengan demikian, kita dapat memahami hubungan antara suhu, kelembaban, dan kelimpahan burung di hutan tersebut.

## 6.4 Analisis pola dan struktur dalam komunitas

Analisis pola dan struktur dalam komunitas membahas cara-cara untuk menganalisis struktur dan pola dalam komunitas biologis. Dua teknik utama yang digunakan dalam analisis ini adalah klaster dan ordinasi. Klaster digunakan untuk mengelompokkan spesies dalam kelompok-kelompok yang saling berhubungan berdasarkan kesamaan atribut. Sementara itu, ordinasi memproyeksikan data ke ruang multi-dimensi yang lebih rendah, sehingga memudahkan pemahaman tentang pola yang tersembunyi dalam data.

### 6.4.1 Dendogram klaster

Dendrogram klaster adalah representasi visual dari hasil analisis klaster yang digunakan untuk menggambarkan hubungan kekerabatan antara individu atau kelompok dalam dataset. Dendrogram biasanya berupa diagram pohon yang terdiri dari simpul dan cabang. Simpul mewakili individu atau kelompok, sedangkan cabang menggambarkan jarak atau kesamaan antara simpul.

Dalam analisis klaster, dendrogram dapat digunakan untuk memvisualisasikan cara di mana kelompok atau individu saling terkait. Dendrogram dapat membantu dalam mengidentifikasi pola dan struktur dalam data, termasuk mengidentifikasi kelompok yang saling terkait.

Contoh penggunaan dendrogram dalam ekologi adalah ketika membandingkan keanekaragaman spesies antara lokasi yang berbeda. Dengan menggunakan dendrogram, dapat dilihat bagaimana spesies-spesies yang serupa terkait satu sama lain dalam setiap lokasi dan bagaimana lokasi tersebut terkait satu sama lain dalam hal keanekaragaman spesies.

### 6.4.2 Ordinasi

Ordinasi adalah metode statistik multivariat yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara objek dalam ruang multivariat. Metode ini sering digunakan untuk mengeksplorasi pola-pola dalam data ekologi, seperti data keanekaragaman spesies dan komposisi vegetasi. Dalam analisis ordinasi, data yang dianalisis direduksi menjadi beberapa dimensi yang lebih sedikit, biasanya dua atau tiga, yang memungkinkan visualisasi pola-pola yang terkandung dalam data. Dua metode yang umum digunakan dalam analisis pola dan struktur dalam komunitas adalah *Multidimensional Scaling* (MDS) dan *Canonical Correspondence Analysis* (CCA).

MDS digunakan untuk menggambarkan pola-pola keanekaragaman dalam sebuah diagram dua atau tiga dimensi. Metode ini memproyeksikan data keanekaragaman hayati ke dalam ruang yang lebih rendah dimensi. Sebagai contoh, jika kita memiliki data keanekaragaman hayati untuk beberapa lokasi, maka MDS dapat membantu kita untuk memvisualisasikan perbedaan antara lokasi-lokasi tersebut.

Sementara itu, CCA merupakan metode statistik multivariat yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara pola keanekaragaman hayati dan variabel lingkungan. Dengan CCA, kita dapat mengevaluasi bagaimana faktor-faktor lingkungan seperti suhu, curah hujan, dan ketersediaan nutrisi mempengaruhi keanekaragaman hayati.

Kedua metode ini sering digunakan dalam studi-studi ekologi untuk mengevaluasi perbedaan dalam pola keanekaragaman hayati antar lokasi atau dalam rentang waktu tertentu. Misalnya, sebuah studi dapat menggunakan MDS untuk memvisualisasikan perbedaan dalam keanekaragaman hayati antara beberapa lokasi, dan kemudian menggunakan CCA untuk mengevaluasi faktor lingkungan yang mempengaruhi pola-pola keanekaragaman tersebut.

Penjelasan mengenai analisis data dalam bab ini hanya sebagian kecil dari keseluruhan teknik yang dapat anda pelajari dan aplikasikan dalam survei yang telah anda lakukan. Untuk memperdalam pemahaman anda, penjelasan yang lebih mendetail akan dipraktikan pada [lampiran 3](#lampiran) dan diagram analisa yang dapat anda lakukan dari data yang anda miliki tersaji pada [Figure 6.1](#fig-oa) berikut ini.

|  |
| --- |
| Figure 6.1: Analisis yang dapat dilakukan dari data yang dimiliki |

# Referensi

Alibhai, Sky, Zoe Jewell, and Jonah Evans. 2017. “The Challenge of Monitoring Elusive Large Carnivores: An Accurate and Cost-Effective Tool to Identify and Sex Pumas (Puma Concolor) from Footprints.” *PloS One* 12 (3): e0172065.

Anderson, David R., Jeffrey L. Laake, Bradford R. Crain, and Kenneth P. Burnham. 1979. “Guidelines for Line Transect Sampling of Biological Populations.” *The Journal of Wildlife Management* 43 (January): 70. <https://doi.org/10.2307/3800636>.

Atmoko, Sri Suci Utami, and M Arif Rifqi. 2012. “Buku Panduan Survei Sarang Orangutan.” *Jakarta: FORINA Dan Fakultas Biologi Universitas Nasional*.

Bibby, Colin J., Neil D. Burgess, and David A. Hill. 1992. “Purpose and Design in Counting Birds.” In, 1–23. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-095830-6.50006-7>.

Borissenko, AV, and SV Kruskop. 2003. “Bats of Vietnam and Adjacent Territories.” *An Identification Manual. Moscow: GEOS*.

Bovendorp, Ricardo S., Robert A. McCleery, and Mauro Galetti. 2017. “Optimising Sampling Methods for Small Mammal Communities in Neotropical Rainforests.” *Mammal Review* 47 (April): 148–58. <https://doi.org/10.1111/MAM.12088>.

Browning, Ella, Rory Gibb, Paul Glover-Kapfer, and Kate E Jones. 2017. *Passive Acoustic Monitoring in Ecology and Conservation*. WWF Conservation Technology Series 1(2). WWF-UK.

Buckland, S. T., E. A. Rexstad, T. A. Marques, and C. S. Oedekoven. 2015. “Designing Surveys.” In, 15–28. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19219-2_2>.

Buckland, ST. 2006. “Point-Transect Surveys for Songbirds:robust Methodologies.” *The AuK* 123 (April): 345–57. <https://doi.org/10.1642/0004-8038(2006)123>.

Chame, Marcia. 2003. “Terrestrial Mammal Feces: A Morphometric Summary and Description.” *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz* 98: 71–94. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000900014>.

Cook, Penny A., and C. Phillip Wheater. 2000. *Using Statistics to Understand the Environment*. 1st edition. London ; New York: Routledge.

Dı́az-N, Juan F, Marcela Gómez-Laverde, and Camilo Sánchez-Giraldo. 2011. “Rediscovery and Redescription of Marmosops Handleyi (Pine, 1981)(didelphimorphia: Didelphidae), the Least Known Andean Slender Mouse Opossum.” *Mastozoologı́a Neotropical* 18 (1): 45–61.

Eggleston, Simon, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, and Kiyoto Tanabe. 2006. “IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.” Institute for Global Environmental Strategies; Institute for Global Environmental Strategies (IGES) Hayama, Japan. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm>.

Elzinga, Caryl L, Daniel W Salzer, John W Willoughby, and James P Gibbs. 2009. *Monitoring Plant and Animal Populations: A Handbook for Field Biologists*. John Wiley & Sons.

Fielding, Alan H. 2006. “Cluster and Classification Techniques for the Biosciences.” In. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511607493>.

Henderson, Peter A., and Richard MH Seaby. 2008. *A Practical Handbook for Multivariate Methods*. Pisces Conservation Lymington, England.

Heyer, W Ronald, Maureen A Donnelly, Roy W McDiarmid, Lee-Ann C Hayek, and Mercedes S Foster. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/5200175>.

Hill, Andrew P, Peter Prince, Jake L Snaddon, C Patrick Doncaster, and Alex Rogers. 2019. “AudioMoth: A Low-Cost Acoustic Device for Monitoring Biodiversity and the Environment.” *HardwareX* 6: e00073.

Indonesia, Standar Nasional. 2011a. *SNI 7724:2011 Pengukuran Dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. Badan Standarisasi Indonesia. SNI.

———. 2011b. *SNI 7725:2011 Penyusunan Persamaan Alometrik Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan Berdasar Pengukuran Lapangan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. Badan Standarisasi Indonesia. SNI.

IPCC. 2012. “Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.” Cambridge University Press. <http://ipcc-wg2.gov/SREX/report/>.

Krisnawati, Haruni, Wahyu Catur Adinugroho, and Rinaldi Imanuddin. 2012. *Model-Model Alometrik Untuk Pendugaan Biomassa Pohon Pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan Di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan – Kementerian Kehutanan.

Legendre, P., and L. Legendre. 2012. *Numerical Ecology*. Elsevier.

MacKinnon, John Ramsay, and Karen Phillipps. 1993. *A Field Guide to the Birds of Borneo, Sumatra, Java, and Bali, the Greater Sunda Islands*. Oxford University Press.

Margalef, Ramón. 1973. “Information theory in ecology.” <https://digital.csic.es/handle/10261/284346>.

McComb, Brenda, Benjamin Zuckerberg, David Vesely, and Christopher Jordan. 2010. *Monitoring Animal Populations and Their Habitats*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420070583>.

Penman, Jim, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendia, et al. 2003. “Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry.” Institute for Global Environmental Strategies. <https://www.ipcc.ch/publication/good-practice-guidance-for-land-use-land-use-change-and-forestry/>.

Pinondang, IMR, T Ariyanto, MI Lubis, V Kheng, F Surahmat, S Suryometaram, FA Widodo, and R Avriandy. 2018. *Protokol Survei Okupansi Harimau Sumatera*. Direktorat Konservasi Keanekaragaman Hayati, DITJEN KSDAE-KLHK.

Prasetyo, P. N, S Noerfahmy, and H. L Tata. 2011. *Jenis-Jenis Kelelawar Agroforest Sumatera (Bats in Agroforests in Sumatra)*. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office.

Rovero, Francesco, and Fridolin Zimmermann. 2016. *Camera Trapping for Wildlife Research*. Pelagic Publishing.

Sotherton, Nicolas W., Peter A. Robertson, Nicholas J. Aebischer, Jonathan C. Reynolds, and Theodore A. Bookhout. 1995. “Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats.” *The Journal of Wildlife Management* 59 (2): 412. <https://doi.org/10.2307/3808956>.

Van Strien, Nico J. 1983. *A Guide to the Tracks of the Mammals of Western Indonesia*. School of Environmental Conservation Management.

# 7. Lembar Data

Peran lembar data dalam kajian survei kehati sangat penting. Penggunaan lembar data yang tepat membuat pencatatan temuan menjadi lebih efisien dan terstandarisasi. Dalam lampiran ini terlampir contoh-contoh lembar data untuk setiap taksa. Templat lembar data tersedia pada tautan ini: [*Tallysheet-biodive*](https://ffionline-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/ravriandy_fauna-flora_org/EmzNrbP8UHxCutN_drVob-UBxVyPXpzaQ6x6CDaW-0r42Q?e=F0a4Ss). Pembaca bisa mengunduh dan memperbanyak lembar data sebanyak yang dibutuhkan sebelum survei. Pada praktiknya, mungkin lembar data yang penulis sediakan belum mencakup hal spesifik yang dibutuhkan oleh projek, oleh karena itu pembaca bisa menambahkan sendiri kolom-kolom yang dibutuhkan.

Selalu gunakan pensil dalam menulis di lembar data dan jika memungkinkan gunakan kertas tahan air, karena kemungkinan basah karena hujan sangat tinggi. Setelah selesai dari lapang, harus langsung dipindai untuk disimpan sebagai salinan digital. Lembar data yang ditulis dilapangan ini merupakan data primer untuk verifikasi input ada kesalahan input saat surveior memindahkan ke dalam excel.

## 7.1 Lembar Data Avifauna

**Lembar data pengamatan menggunakan titik hitung**

Pada awal lembar data dibutuhkan informasi umum mengenai tanggal, lokasi, durasi pengamatan, dan seluruh personil yang terlibat. Untuk lokasi geografis dari GPS, set menjadi decimal degree supaya bisa konsisten diseluruh Indonesia dan mudah di-input ke dalam sistem computer (Excel, dll). Keterangan dari setiap kolom adalah sebagai berikut;

**Jenis:** Nama jenis burung menggunakan nama latin, namun apabila belum mengetahui jenisnya, dapat menggunakan nama lokal terlebih dahulu.

**Individu:** Jumlah burung yang ditemukan pada satu spot (beberapa burung terkadang berkelompok atau berpasangan seperti cendrawasih atau burung gereja)

**Jarak:** Jarak burung dari pengamat dalam satuan meter

**Catatan:** Tambahan catatan penting jika ada

|  |
| --- |
| Figure 7.1: Contoh lembar data untuk metode titik hitung |

**Lembar data parameter lingkungan di titik hitung**

Dalam setiap titik hitung, dapat ditambahkan parameter lingkungan untuk melihat pengaruh perbedaan rona lingkungan terhadap komunitas burung, Adapun keterangan dari setiap baris adalah sebagai berikut

**Tallest tree (m):** Pohon tertinggi disekitar lokasi pengamatan. Satuan nilai dalam meter

**Ground cover (%):** Tutupan bawah disekitar lokasi pengamatan satuan nilai (%)

**Plant height 0-1,5 m (%):** Jumlah persentase pohon dengan ukuran 0-1.5 m disekitar lokasi pengamatan

**Plant height 1,5-5 m (%):** Jumlah persentase pohon dengan ukuran 1.5-5 m disekitar lokasi pengamatan

**Plant height 5-15 m (%):** Jumlah persentase pohon dengan ukuran 5-15 m disekitar lokasi pengamatan

**Plant height >15 m (%):** Jumlah persentase pohon dengan ukuran >15 m disekitar lokasi pengamatan

**Bole climb (%):** Persentase tumbuhan yang merambat disekitar lokasi pengamatan

**Liana (%):** Persentase tumbuhan pemanjat disekitar lokasi pengamatan

**Macaranga (%):** Persentase tumbuhan jenis macaranga disekitar lokasi pengamatan

**Rattan (%):** Persentase rotan disekitar lokasi pengamatan

**Fern (%):** Persentase paku-pakuan disekitar lokasi pengamatan

**Small palm (%):** Persentase palem-paleman disekitar lokasi pengamatan

**Dist. from water:** Kategori jarak ke sumber air; 1 = 0-50 m, 2 = 50-100m, 3 > 100m

**Logs abd:** Jumlah pohon tumbang yang ada dilokasi pengamatan

**Snags abd:** Jumlah pohon mati berdiri disekitar lokasi pengamatan

**Zingiberaceae (%):** Persentase temu-temuan/rimpang disekitar lokasi pengamatan

**Grass (%):** Persentase rumput-rumputan disekitar lokasi pengamatan

**Moss (cm):** Ketebalan lumut disekitar lokasi pengamatan dalam centimeter

**Litter (cm):** Ketebalan seresah disekitar lokasi pengamatan dalam centimeter

|  |
| --- |
| Figure 7.2: Contoh lembar data untuk parameter lingkungan di setiap titik hitung |

**Lembar data daftar jenis MacKinnon**

Pada pengamatan yang bersifat ekploratif menggunakan daftar jenis MacKinnon, lembar data yang digunakan sangat sederhana, dengan diawali informasi pengamat, lokasi dan durasi pengamatan

|  |
| --- |
| Figure 7.3: Contoh lembar data untuk daftar jenis MacKinnon |

## 7.2 Lembar Data Herpetofauna

**Lembar data pengamatan menggunakan metode *VES***

Pada awal lembar data dibutuhkan informasi umum mengenai tanggal, lokasi, durasi pengamatan, dan seluruh personil yang terlibat. Untuk lokasi geografis dari GPS, set menjadi decimal degree supaya bisa konsisten diseluruh Indonesia dan mudah di-input ke dalam sistem computer (Excel, dll). Keterangan dari setiap kolom adalah sebagai berikut;

**Waktu:** Jam ditemukannya herpetofauna, gunakan format hh;mm (0:00 – 24:00)

**Jenis:** Nama jenis menggunakan nama latin, namun apabila belum mengetahui jenisnya, dapat menggunakan nama lokal terlebih dahulu.

**SVL (cm):** Panjang tubuh dari moncong hingga pangkal ekor dalam satuan cm

**Hor (m):** (a) survei di sempadan sungai; jarak horisontal dari sungai (b) survei di transek; jarak horisontal dari garis tengah transek

**Ver (m):** (a) survei di sempadan sungai; Jarak vertikal dari badan air (b) survei di transek; jarak vertikal dari permukaan tanah

**Substrat:** Substrat atau pijakan dari satwa yang ditemukan

**Aktivitas:** Aktivitas spesifik pada saat ditemukan

|  |
| --- |
| Figure 7.4: Contoh lembar data untuk metode VES |

## 7.3 Lembar Data Mamalia

**Lembar data pengamatan menggunakan transek garis dan eksplorasi**

Pada awal lembar data dibutuhkan informasi umum mengenai tanggal, lokasi, durasi pengamatan, dan seluruh personil yang terlibat. Untuk lokasi geografis dari GPS, set menjadi decimal degree supaya bisa konsisten diseluruh Indonesia dan mudah di-input ke dalam sistem computer (Excel, dll). Keterangan dari setiap kolom adalah sebagai berikut;

**Waktu:** Jam ditemukannya mamalia, gunakan format hh;mm (0:00 – 24:00)

**Jenis:** Nama jenis menggunakan nama latin, namun apabila belum mengetahui jenisnya, dapat menggunakan nama lokal terlebih dahulu.

**PPD (M):** Jarak perpendicular satwa ditemukan pertama kali, relatif terhadap garis tengah transek jika memungkinkan.

**Tipe temuan:** Tipe temuan satwa dapat diisi dengan perjumpaan langsung, kotoran, cakaran, maupun suara. Pembeda temuan ini untuk mengukur akurasi identifikasi.

**GPS ID:** Nomor waypoint pada GPS. Supaya survei lebih efisien, pengamat boleh menulis nomor waypoint pada GPS terlebih dahulu selama pengamatan, untuk kemudian melengkapi koordinat pada saat sudah di kamp.

**Lon:** Lokasi koordinat Longitude (X). Referensi kordinat yang dipakai adalah WGS84 dengan format penulisan decimal degree.

**Lat:** Lokasi koordinat Latitude (Y). Referensi kordinat yang dipakai adalah WGS84 dengan format penulisan decimal degree.

**Catatan:** Tambahkan catatan penting jika ada

|  |
| --- |
| Figure 7.5: Contoh lembar data untuk metode transek garis |

**Lembar data pengamatan mamalia kecil menggunakan perangkap**

Khusus untuk pengamatan mamalia kecil menggunakan perangkap, menggunakan contoh lembar data dan keterangan di bawah ini. Lembar data ini terdiri dari dua bagian, dimana bagian kedua berisi informasi perangkap yang digunakan pada bagian selanjutnya untuk dapat mengukur usaha survei dan informasi lokasi disetiap perangkap.

**Tanggal:** Tanggal ditemukan satwa

**Waktu:** Jam ditemukan satwa

**Trap ID:** Nomor unik setiap perangkap yang digunakan

**Jenis:** Nama jenis menggunakan nama latin, namun apabila belum mengetahui jenisnya, dapat menggunakan nama lokal terlebih dahulu.

**Usia:** kriteria usia satwa jika diketahui

**Sex:** Jenis kelamin satwa jika diketahui

**HB (mm):** Panjang tubuh satwa dalam satuan milimeter

**FA (mm):** Panjang lengan atau kaki depan satwa dalam sattuan milimeter

**E (mm):** Panjang telinga satwa

**T (mm):** Panjang ekor satwa

**HF (mm):** Panjang kaki belakang satwa

**W (gr):** Berat tubuh satwa dalam gram

**AT (mm):** Panjang anti tragus dalam milimeter, khusus untuk satwa kelelawar

**TR (mm):** Panjang tragus dalam milimeter, khusus untuk satwa kelelawar

**Catatan:** Tambahan catatan penting jika ada

|  |
| --- |
| Figure 7.6: Contoh lembar data untuk pengamatan menggunakan perangkap |

**Lembar data informasi perangkap yang digunakan**

Lembar data dibawah ini merupakan bagian kedua yang berisi informasi seluruh perangkap selama melakukan kajian. Lembar data ini merupakan bagian kedua dari lembar data sebelumnya, dengan informasi setiap kolom sebagai berikut;

**Trap ID:** Nomor unik setiap perangkap yang digunakan

**Tipe:** Tipe atau jenis perangkap yang digunakan

**GPS ID:** Nomor waypoint pada GPS. Supaya survei lebih efisien, pengamat boleh menulis nomor waypoint pada GPS terlebih dahulu selama pengamatan, untuk kemudian melengkapi koordinat pada saat sudah di kamp.

**Lon:** Lokasi koordinat Longitude (X). Referensi kordinat yang dipakai adalah WGS84 dengan format penulisan decimal degree.

**Lat:** Lokasi koordinat Latitude (Y). Referensi kordinat yang dipakai adalah WGS84 dengan format penulisan decimal degree.

**Tanggal pasang:** Tanggal perangkap mulai dipasang atau diaktifkan

**Tangggal selesai:** Tanggal perangkap selesai digunakan

**Waktu pasang:** Waktu mulai perangkap dipasang atau diaktifkan

**Waktu selesai:** waktu berakhirnya perangkap digunakan

**Catatan:** Tambahan catatan penting jika ada

|  |
| --- |
| Figure 7.7: Contoh lembar data informasi perangkap |

## 7.4 Lembar Data Vegetasi

**Lembar data informasi petak vegetasi**

Lembar data vegetasi memiliki dua bagian utama. Bagian pertama berisi mengenai informasi personil, lokasi referensi geografis, dan keadaan umum disekitar plot dengan contoh dan informasi dibawah ini;

**Nomor ID Plot:** Nomor unik plot

**Koordinat GPS (X):** Lokasi koordinat Longitude (X). Referensi kordinat yang dipakai adalah WGS84 dengan format penulisan decimal degree.

**Koordinat GPS (Y):** Lokasi koordinat Latitude (Y). Referensi kordinat yang dipakai adalah WGS84 dengan format penulisan decimal degree.

**Arah plot:** arah plot (barat, timur, utara, selatan)

**Waktu (tanggal, jam):** informasi waktu dan jam memulai pengamatan di plot

**Cuaca:** cuaca pada saat pengamatan

**Substrat:** Kondisi subsrat dominan yang ada di plot

**Anggota tim:** nama-nama seluruh personil

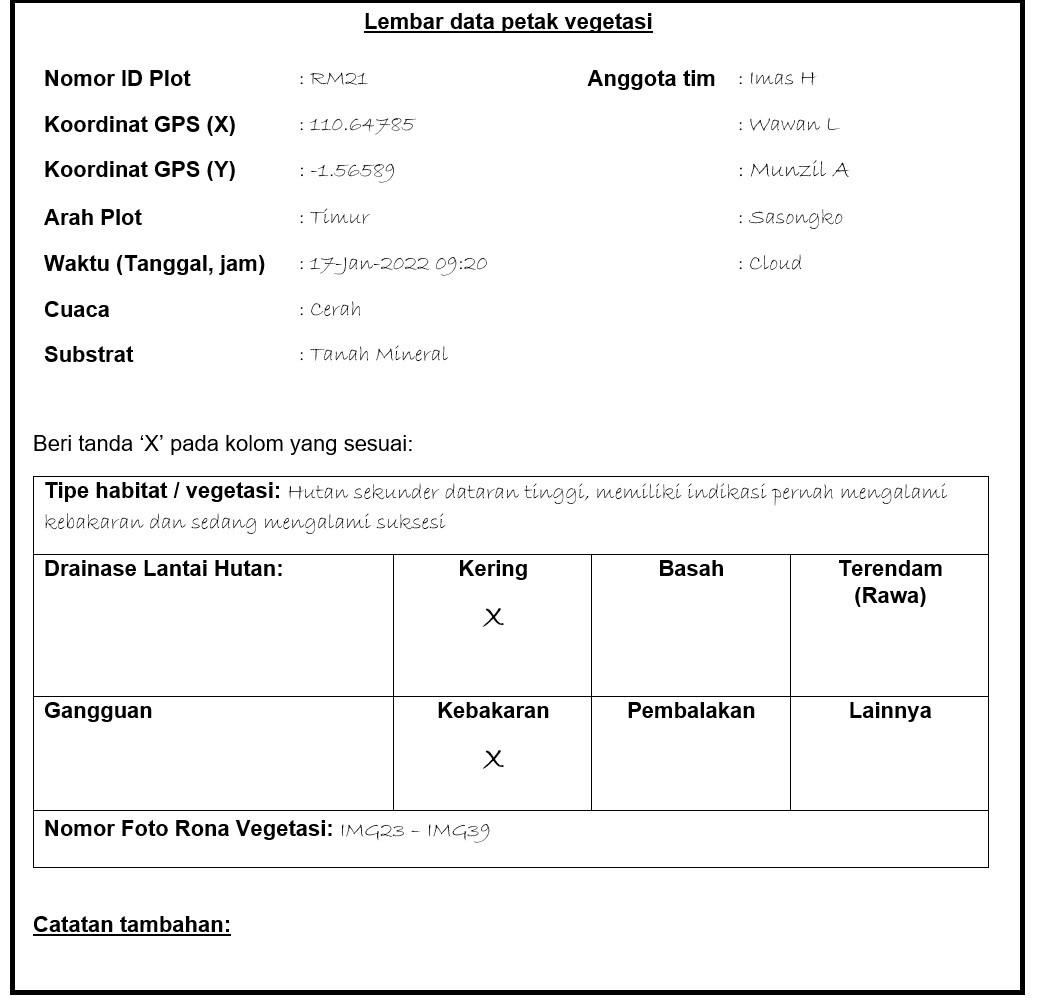
**Tipe habitat:** Kondisi deksriptif habitat atau vegetasi yang dominan di plot

**Drainase lantai hutan:** Kondisi lantai hutan, tandai dengan silang pilihan yang ada disebelah kanannya

**Gangguan:** Gangguan atau potensi gangguan yang ada di dalam dan sekitar plot

**Nomor foto rona vegetasi:** nomor foto yang ada di kamera, mengenai foto-foto rona vegetasi yang ada di dalam plot

**Catatan tambahan:** Catatan tambahan jika diperlukan mengenai kondisi plot.

 **Lembar data vegetasi**

Lembar data ini merupakan bagian kedua dari set lembar data vegetasi untuk menulis pengukuran tumbuhan di setiap anak petak dengan contoh dan informasi setiap kolom sebagai berikut;

**Kelas:** Kelas kategori tumbuhan berdasarkan ukuran diameter batang

**Jenis:** Nama jenis menggunakan nama latin, namun apabila belum mengetahui jenisnya, dapat menggunakan nama lokal terlebih dahulu.

**Kode pohon:** Kode penanda individu tumbuhan didalam plot

**DBH (cm):** Diameter batang setinggi dada (Dbh) dalam satuan cm

**TT (m):** Tinggi total tanaman dalam meter

**TBC (m):** Tinggi bebas cabang dalam satuan meter

**Kode foto:** Nomor foto di kamera **Keterangan:** Catatan atau keterangan tambahan jika diperlukan

|  |
| --- |
| Figure 7.8: Contoh lembar data vegetasi |

# 8. Teknik Preservasi Spesimen

Seringkali spesies yang ditemukan saat pengamatan belum bisa teridentifikasi hingga ke tingkat *species*. Ketika hal ini terjadi, umumnya pengamat harus menangkap jenis tersebut untuk diawetkan sebagai spesimen awetan (*voucher specimens*). Hal ini menjadi penting untuk dilakukan karena: (1) Memastikan identifikasi jenis secara akurat dan, (2) Meningkatkan pemahaman terhadap kemungkinan variasi jenis dari lokasi yang berbeda. Pengawetan spesimen ini juga dapat digunakan dikemudian hari oleh peneliti lain seperti studi DNA, revisi taksonomi dan sebagainya.

Meskipun penting untuk dilakukan, perlu diperhatikan juga mengenai etika dalam koleksi spesimen awetan. Beberapa kawasan konservasi mungkin membutuhkan legalitas yang harus diurus sebelum dapat membawa spesimen keluar kawasan. Ketika dikawasan non-konservasi pun kita harus sadar terhadap kerentanan spesies tersebut dan dampak yang akan terjadi terhadap pengambilan spesies untuk dijadikan spesimen awetan. Jika anda menangkap dan membunuh banyak hewan untuk alasan penelitian, justru menimbulkan dampak yang negatif terhadap upaya konservasi yang sedang anda upayakan. Oleh karena itu, perijinan untuk pengambilan spesimen dan tempat penyimpanan spesimen (laboratorium zoologi atau herbarium di universitas terdekat) harus didapatkan terlebih dahulu sebelum melakukan kajian, supaya spesies yang sudah ditangkap tidak mati sia-sia dan dapat digunakan sebaik-baiknya untuk penelitian.

## 8.1 Herpetofauna

Data yang diperlukan pada spesimen awetan herpetofauna harus memiliki catatan nama jenis, lokasi pengambilan sampel, tanggal dan waktu, kode sampel, berat, ukuran panjang, dan hal lain yang terkait.

**Tahapan pengawetan:**

* Untuk keamanan gunakan sarung tangan lateks dan masker saat melakukan kegiatan preservasi.
* Lakukan pembiusan dengan menekan kapas yang sebelumnya telah dicelupkan ke cairan MS-222 atau Chlorobutanol pada lubang pernafasan. Saat larutan MS-222 atau Chlorobutanol tidak dapat diperoleh maka dapat diganti dengan larutan alkohol 70%.
* Setelah dipastikan sampel terbius (terlihat lemas), lakukan penyuntikkan alcohol 70% menggunakan *syringe* pada otak kecil melalui tengkuk.
* Lakukan penyuntikan formalin 10% pada bagian-bagian berdaging, berongga dan organ dalam.
* Segera setelah penyuntikkan, letakkan sampel tersebut dalam suatu kotak plastik yang sebelumnya telah dilapisi kain kasa dan dibasahi oleh larutan formalin 10%.
* Atur posisi spesimen dengan posisi menunjukkan morfologi spesimen terlihat untuk memudahkan identifikasi ulang di laboratorium jika dibutuhkan. Misalnya mulut disumpal dengan kapas untuk menunjukkan bagian dalam mulut, jari-jari tungkai dimekarkan untuk melihat selaput (gambar @ref(fig:spesamf1)). Kemudian ikatkan label pada bagian pinggang agar tidak tertukar dengan spesimen lain.
* Tutupi spesimen dengan kain yang dibasahi formalin 10% dan tutup box selama satu sampai dua hari hingga spesimen kaku.
* Untuk penyimpanan permanen, spesimen yang telah dipreservasi dalam kotak plastik dikeluarkan dan dibilas dengan air mengalir selama 1 – 2 jam untuk menghilangkan sisa formalin. Setelah itu dapat dipindahkan ke dalam toples kaca yang berisi alkohol 70%

|  |
| --- |
| Figure 8.1: Foto spesimen Amfibi; bagian lateral (a), bagian dorsal (b), bagian ventral (c) |

 ## Mamalia

Pengawetan satwa mamalia kecil dan kelelawar untuk identifikasi lebih lanjut atau koleksi spesimen adalah sebagai berikut:

* Lakukan pembiusan dengan menekan kapas yang sebelumnya telah dicelupkan ke cairan klorofom atau alkohol 70%
* Setelah dipastikan sampel terbius (terlihat lemas), lakukan penyuntikkan alcohol 70% menggunakan *syringe* pada otak kecil melalui tengkuk.
* Lakukan pengambilan foto sebagai dokumentasi warna asli sebelum diawetkan
* Sumbat mulut dengan kapas, supaya bagian mulut dapat diperiksa sebelum kaku dikemudian hari, lalu lakukan penyuntikan formalin 5-10% pada bagian-bagian berdaging, berongga dan organ dalam.
* Letakkan sampel tersebut ke dalam suatu kotak plastik yang sebelumnya telah dilapisi kain kasa dan dibasahi oleh larutan formalin 10%, kemudian ikatkan label pada bagian kaki agar tidak tertukar dengan spesimen lain
* Untuk penyimpanan permanen, spesimen yang telah dipreservasi dalam kotak plastik dikeluarkan dan dibilas dengan air mengalir selama 1 – 2 jam untuk menghilangkan sisa formalin. Setelah itu dapat dipindahkan ke dalam toples kaca yang berisi alkohol 70%

## 8.2 Vegetasi

Pengawetan tumbuhan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Gunting bagian ranting tumbuhan yang memiliki daun lengkap dan tidak rusak (jika ranting memiliki bunga dan buah akan lebih baik) dengan panjang minimal 30 cm, tidak lupa berikan label (etiket) untuk penanda spesies

|  |
| --- |
| Figure 8.2: Bagian tumbuhan setelah digunting 30 cm |

1. Semprotkan alkohol 70% keseluruh bagian yang sudah dipotong untuk mencegah tumbuhnya jamur yang dapat merusak bagian tumbuhan
2. Bungkus tumbuhan dengan koran dan sempotkan kembali alkohol 70% dan masukan ke dalam plastik untuk dibawa keluar
3. Setelah sampai di kamp, keluarkan ranting dari plastik, semprotkan kembali dengan alkohol 70% dan ganti koran pembungkus dengan yang baru

|  |
| --- |
| Figure 8.3: Membungkus ranting dengan kertas koran dan pengepresan dengan triplek |

1. Ranting yang sudah dibungkus dengan koran kemudian di jepit dengan triplek atau papan kardus dan dimasukan ke oven dengan suhu 60 derjat celcius selama kurang lebih 3x24 jam

|  |
| --- |
| Figure 8.4: Pengeringan dengan menggunakan oven |

1. Setelah kering, ranting tumbuhan dijahit atau di tempel ke kertas karton dan berikan keterangan yang berisi Nama kolektor, Tanggal dan Lokasi tumbuhan ditemukan, nomor/ kode spesimen, Habitat dan deskripsi mengenai tumbuhan.

|  |
| --- |
| Figure 8.5: Herbarium yang sudah kering dan siap disimpan |

1. Untuk penyimpanan permanen, letakan herbarium pada kotak kedap udara atau tempat yang kering dan jemurlah herbarium sekali-kali dibawah sinar matahari.

# 9. Eksplorasi dan visualisasi data

Pada bagian ini, akan dijelaskan secara umum tentang eksplorasi dan visualisasi data kehati menggunakan Rstudio. RStudio adalah perangkat lunak yang sangat populer digunakan oleh para peneliti dan analis data untuk memproses, menganalisis, dan visualisasi data. Keuntungan menggunakan RStudio adalah dapat mengakses dan menggunakan berbagai paket dan fungsi statistik yang tersedia secara gratis. Selain itu, RStudio juga memungkinkan pengguna untuk mengintegrasikan skrip dan luaran dalam satu tempat, sehingga analisa yang dijalankan dapat dengan mudah direplikasi pada kajian yang lain.

Namun, terdapat beberapa kekurangan dalam menggunakan RStudio, seperti tampilan antarmuka pengguna yang kurang intuitif dan sulit dipelajari bagi pemula. Selain itu, pengguna harus memahami bahasa pemrograman R untuk dapat menggunakan RStudio secara efektif. Perlu diingat bahwa ini hanya merupakan pengantar dan untuk memahami seluruh aspek dari Rstudio, diperlukan pembelajaran yang lebih mendalam.

|  |
| --- |
| Klik bagian ini bagi pengguna R pertama kali |
| Penjelasan dan langkah instalasi R studio dapat dilihat pada tautan berikut ini ‘[Panduan instalasi Rstudio](https://ffionline-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/ravriandy_fauna-flora_org/ETx2GFuyFMFNgFmxvMVXYvkBE7K12f_BpVfWlAj-fD-x2g?e=UU46yW)’. Ikuti langkah yang ada pada panduan tersebut hingga bagian instalasi Rtools!  Setelah itu salin dan tempel seluruh skrip dibawah ini di konsol Rstudio kalian;  packages <- c(“tidyverse”, “BiodiversityR”, “SpadeR”, “iNEXT”, “ggrepel”, “ggplot2”, “kableExtra”)  for (package in packages) { if (!requireNamespace(package, quietly = TRUE)) { install.packages(package) }  library(package, character.only = TRUE) }  install.packages(“remotes”)  remotes::install\_github(“gavinsimpson/ggvegan”) |

|  |
| --- |
| Important |
| Seluruh data yang dipergunakan dalam panduan ini merupakan data simulasi. Seluruh analisa yang dihasilkan dalam panduan ini hanya berupaya untuk menjelaskan interpretasi dan eksplorasi data keanekaragaman hayati tanpa menggambarkan kondisi aktual pada kawasan tersebut. |

## 9.1 Analisis kekayaan dan keseragaman spesies

Pada bagian ini akan melihat bagaimana komposisi spesies dari setiap unit cuplik berbeda satu sama lain, langkah pertama yang harus dilakukan adalah memuat data dan paket yang dibutuhkan

##Memuat paket yang dibutuhkan----  
library(tidyverse)  
library(BiodiversityR)  
library(SpadeR)  
library(iNEXT)  
library(ggrepel)  
library(ggplot2)  
library(ggvegan)  
library(kableExtra)  
  
##Memuat dataset----  
# Mengunduh data dan memuat data  
download.file("https://github.com/ryanavri/Biodive-survey/raw/main/data\_clean.RData", "data\_clean.RData")  
load("data\_clean.RData")  
  
#Melihat struktur data  
str(raw\_m)

tibble [110 × 3] (S3: tbl\_df/tbl/data.frame)  
 $ Transect : chr [1:110] "TS02" "TS02" "TS01" "TS01" ...  
 $ Scientific.Name: chr [1:110] "Sus Scrofa" "Trachypithecus auratus" "Macaca fascicularis" "Sus Scrofa" ...  
 $ Distance : num [1:110] 10 25 15 27 20 26 2 29 20 7 ...

Data yang dimuat pada skrip diatas terdiri dari;

* raw, berupa data survei avifauna menggunakan titik hitung
* raw\_env, merupakan data rona lingkungan dari setiap titik hitung burung diatas
* raw\_m, berupa data survei mamalia menggunakan transek
* raw\_t berupa data vegetasi menggunakan petak persegi.

Seluruh data tersebut mengikuti protokol yang dijelaskan pada [Bab Protokol](#sec-protokol), namun hanya menggunakan beberapa kolom saja untuk penyederhanaan simulasi.

### 9.1.1 Indeks diversitas dan dominasi

Selanjutnya dari data mamalia tersebut (‘raw\_m’) tersebut kita dapat merangkum nilai indeks diversitas dan dominansi menggunakan skrip dibawah ini

indeks\_tabel <- raw\_m %>%  
 count(Scientific.Name, Transect) %>%  
 group\_by(Transect) %>%  
 summarize(richness = n\_distinct(Scientific.Name),  
 abundance = sum(n),  
 shannon = -sum(prop.table(n) \* log(prop.table(n))),  
 margalef = (n\_distinct(Scientific.Name) - 1) / log(sum(n)),  
 evenness = (-sum(prop.table(n) \* log(prop.table(n))))/log(length(n)),  
 simpson = sum(prop.table(n)^2))%>%  
 mutate(across(4:last\_col(), ~round(., 2)))

Table 9.1: Ringkasan indeks kekayaan jenis

| Transect | richness | abundance | shannon | margalef | evenness | simpson |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TS01 | 6 | 36 | 1.12 | 1.40 | 0.62 | 0.40 |
| TS02 | 6 | 37 | 1.06 | 1.38 | 0.59 | 0.47 |
| TS03 | 3 | 18 | 1.03 | 0.69 | 0.93 | 0.38 |
| TS04 | 5 | 19 | 1.19 | 1.36 | 0.74 | 0.37 |

Selanjutnya kita dapat membuat plot untuk melihat bagaimana perbandingan kekayaan jenis antar transek pada skrip dibawah ini

(richness\_plot <- indeks\_tabel %>%   
 select(c(Transect, richness, abundance)) %>%   
 pivot\_longer(-Transect, names\_to = "category", values\_to = "values") %>%  
 ggplot(aes(fill=category, y=values, x=Transect)) +   
 geom\_col(position="dodge", width = 0.8) +   
 geom\_text(aes(label = round(values,1)),   
 position = position\_dodge(0.8), vjust = -0.5, hjust = 0.5)) +   
 theme\_bw()

|  |
| --- |
| Figure 9.1: Grafik kekayaan jenis dan kelimpahan |

Pada [Figure 9.1](#fig-rnaplot) yang ditampilkan, jumlah spesies yang teridentifikasi dalam satu transek berkisar antara 3 hingga 6 spesies, dengan kelimpahan individu antara 18 hingga 73. Pada tabel tersebut secara sekilas mungkin kita akan menarik kesimpulan bahwa transek 1 dan 2 memiliki keanekaragaman yang lebih tinggi dibanding transek lainnya. Indeks kekayaan jenis, terutama indeks Shannon, mempertimbangkan proporsi kemerataan individu di setiap jenis. Selanjutnya, gunakan skrip dibawah ini untuk membuat grafik perbandingan indeks keanekaragaman jenis.

(RI\_plot <- indeks\_tabel %>%   
 select(c(Transect,shannon,margalef)) %>%   
 pivot\_longer(-Transect, names\_to = "index", values\_to = "values") %>%  
 ggplot(aes(fill=index, y=values, x=Transect)) +   
 geom\_col(position="dodge", width = 0.8) +   
 geom\_text(aes(label = round(values,2)),   
 position = position\_dodge(0.8), vjust = -0.5, hjust = 0.5)) +   
 theme\_bw()

|  |
| --- |
| Figure 9.2: Grafik indeks kekayaan jenis |

pada [Figure 9.2](#fig-richnessplot) diatas, nilai indeks shannon ternyata lebih tinggi di transek 4. Hal ini disebabkan karena ketimpangan antar individu di setiap spesies jauh lebih kecil dibandingkan dengan transek 1 dan 2, meskipun jumlah spesies di kedua transek tersebut lebih banyak.

Selanjutnya, kita dapat menginvestigasi lebih lanjut untuk menentukan apakah benar ada spesies yang mendominasi pada kawasan tersebut. Kondisi ini ditandai dengan nilai evenness yang rendah dan nilai dominansi simpson yang tinggi. Gunakan skrip dibawah ini untuk membuat plot indeks kemerataan dan dominansi jenis.

(DI\_plot <- indeks\_tabel %>%   
 select(c(Transect,simpson,evenness)) %>%   
 pivot\_longer(-Transect, names\_to = "index", values\_to = "values") %>%  
 ggplot(aes(fill=index, y=values, x=Transect)) +   
 geom\_col(position="dodge", width = 0.8) +   
 geom\_text(aes(label = round(values,2)),   
 position = position\_dodge(0.8), vjust = -0.5, hjust = 0.5)) +   
 theme\_bw()

|  |
| --- |
| Figure 9.3: Grafik indeks kesamaan jenis |

Pada [Figure 9.3](#fig-evenessplot) diatas, terlihat bahwa transek 1 dan 2 menunjukan kemerataan (evenness) yang rendah dan nilai dominansi (simpson) yang lebih tinggi dibandingkan dengan transek lainnya, sehingga kita dapat menarik kesimpulan bahwa meskipun dari jumlah spesies transek 1 dan 2 ditemukan spesies lebih banyak namun keduanya memiliki ketimpangan proporsi jumlah individu yang cukup tinggi juga.

Gunakan skrip dibawah ini dapat digunakan untuk memeriksa lebih dalam, spesies apa yang sebetulnya mendominasi dikedua transek tersebut.

#Membuat tabel kelimpahan spesies  
abundance\_table <- raw\_m %>%  
 group\_by(Transect, Scientific.Name) %>%  
 summarise(abundance = n())

Setelah itu kita dapat membuat grafiknya dengan skrip berikut ini

#Membuat plot kelimpahan jenis  
ggplot(abundance\_table, aes(x = factor(Scientific.Name, levels = rev(sort(unique(Scientific.Name)))), y = abundance, fill = Transect)) +  
 geom\_bar(stat = "identity", position = position\_dodge(width = 0.8)) +  
 labs(x = "Species", y = "Abundance", fill = "Transect") +  
 facet\_wrap(~ Transect, ncol = 2) +  
 scale\_fill\_viridis\_d() +  
 theme\_bw() +  
 theme(axis.text.x = element\_text(angle = 90, vjust = 0.5, hjust=1),  
 axis.text.y = element\_text(face = "italic"),  
 legend.position = "bottom",  
 legend.box = "horizontal",  
 legend.margin = margin(t = 0, r = 0, b = 0, l = 0),  
 panel.border = element\_rect(colour = "black", fill = NA, size = 0.5)) +  
 coord\_flip()

|  |
| --- |
| Figure 9.4: Grafik kelimpahan jenis di setiap transek |

Pada [Figure 9.4](#fig-abundplot) diatas memperlihatkan bahwa babi hutan (*Sus scrofa*) dan monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) hampir selalu mendominasi pada setiap transek dimana pada transek 1 dan 2 terlihat dengan jelas bagaimana kedua spesies ini memiliki kelimpahan yang lebih banyak dibandingkan dengan spesies lainnya. Sebaliknya, pada transek 3, kelimpahan tiap jenisnya tidak jauh berbeda sehingga didapatkan indeks kemerataan tinggi dan indeks dominansi rendah

### 9.1.2 Indeks nilai penting pada vegetasi

Pada kajian vegetasi, terkadang nilai INP (Indeks Nilai Penting) dibutuhkan untuk melihat spesies yang mendominasi suatu ekosistem atau komunitas vegetasi. skrip dibawah ini dapat digunakan untuk membuat ringakasan INP dari data vegetasi (‘raw\_t’). Hasilnya dapat dilihat pada [Table 9.2](#tbl-ivtable) yang menunjukan 6 spesies dengan nilai INP tertinggi dari akumulasi nilai frekuensi, kepadatan dan dominasi relatif.

#Menghitung indeks nilai penting  
ival <- raw\_t %>%   
 group\_by(Transect, Scientific.Name) %>%   
 summarise(count = n(),  
 basal = sum(0.7854\*(dbh/100)^2)) %>% #konversi dbh (cm) ke basal area dalam meter persegi  
 ungroup() %>%   
 as.data.frame() %>%  
 importancevalue(site="Transect", species="Scientific.Name",   
 count="count", basal="basal",   
 factor="",level="") %>%  
 as.data.frame() %>%  
 mutate(across(3:last\_col(), ~round(., 2)))

Table 9.2: Indeks nilai penting vegetasi

|  | frequency | density | dominance | frequency.percent | density.percent | dominance.percent | importance.value |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Melanochyla caesia | 1.0 | 121 | 20.32 | 6.71 | 17.82 | 16.70 | 41.23 |
| Baccaurea macrocarpa | 0.9 | 116 | 20.22 | 6.04 | 17.08 | 16.62 | 39.74 |
| Antidesma neurocarpum | 0.7 | 114 | 19.06 | 4.70 | 16.79 | 15.66 | 37.15 |
| Symplocos fasciculata | 1.0 | 103 | 18.28 | 6.71 | 15.17 | 15.02 | 36.90 |
| Meiogyne virgata | 0.8 | 106 | 19.34 | 5.37 | 15.61 | 15.90 | 36.88 |
| Horsfieldia parviflora | 0.4 | 6 | 0.90 | 2.68 | 0.88 | 0.74 | 4.31 |

### 9.1.3 Estimasi kekayaan jenis

Pada bagian ini, disajikan skrip untuk menghasilkan kurva akumulasi spesies (*species accumulation curve*) dari data avifauna (‘raw’). Metode ini umumnya digunakan untuk menilai apakah jumlah sampel yang diperoleh dalam survei sudah cukup untuk menggambarkan keanekaragaman spesies di suatu area.

#Menghitung kurva akumulasi spesies----  
out1 <- raw %>% count(Scientific.Name) %>%   
 column\_to\_rownames(var = "Scientific.Name") %>%   
 as.data.frame() %>%  
 iNEXT(q=0, datatype = "abundance", conf = 0.95, nboot = 100) #nboot dapat ditingkatkan.

#Membuat grafik dari hasil tersebut  
ggiNEXT(x = out1, type = 1, color.var = "Order.q") +  
 labs(x = "Number of Individuals", y = "Cumulative Species Richness") +  
 theme\_bw() +   
 theme(axis.text = element\_text(size = 12),  
 axis.title = element\_text(size = 14),  
 legend.position = "bottom",  
 legend.title = element\_text(size = 14),  
 legend.text = element\_text(size = 12))

|  |
| --- |
| Figure 9.5: Kurva akumulasi spesies berdasarkan jumlah sampel |

Pada [Figure 9.5](#fig-sacplot) tersebut, kurva masih meningkat secara bertahap dan belum mencapai titik jenuh (datar), ini mengindikasikan bahwa apabila ada penambahan jumlah sampel ada kemungkinan terdapat penambahan spesies-spesies baru dalam kajian tersebut.

Mengingat kurva menunjukkan potensi penambahan spesies baru seiring bertambahnya sampel, skrip dibawah ini dapat digunakan untuk memperkirakan potensi penemuan spesies baru menggunakan berbagai model estimator yang hasilnya disajikan pada [Table 9.3](#tbl-esttable). Pada berbagai model tersebut dihasilkan bahwa rerata pertambahan spesies dapat mencapai hingga 90-an spesies dari total 63 spesies yang dijumpai saat survei berlangsung.

#Estimasi kekayaan jenis----  
out2 <- raw %>% count(Scientific.Name) %>%   
 column\_to\_rownames(var = "Scientific.Name") %>%   
 as.data.frame() %>%  
 SpadeR::ChaoSpecies(datatype = "abundance", k=3, conf = 0.95) #k adalah jumlah kelimpahan yang dianggap spesies "langka"  
  
#Menampilkan tabel estimasi spesies  
out2$Species\_table

Table 9.3: Estimasi kekayaan jenis dari berbagai metode ekstrapolasi

|  | Estimate | s.e. | 95%Lower | 95%Upper |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Homogeneous Model | 96.49 | 12.62 | 79.40 | 131.38 |
| Homogeneous (MLE) | 63.00 | 0.04 | 63.00 | 63.23 |
| Chao1 (Chao, 1984) | 103.85 | 20.37 | 79.22 | 165.88 |
| Chao1-bc | 99.20 | 17.80 | 77.53 | 153.14 |
| iChao1 (Chiu et al. 2014) | 110.73 | 14.48 | 89.68 | 148.39 |
| ACE (Chao & Lee, 1992) | 96.49 | 12.62 | 79.40 | 131.38 |
| ACE-1 (Chao & Lee, 1992) | 96.49 | 12.62 | 79.40 | 131.38 |
| 1st order jackknife | 92.96 | 7.74 | 81.20 | 112.29 |
| 2nd order jackknife | 111.91 | 13.39 | 91.88 | 145.84 |

## 9.2 Analisis perbedaan komposisi spesies

Pada bagian ini akan dibahas menganai analisis perbedaan komposisi spesies antara berbagai habitat atau lokasi survei. Analisis ini penting untuk memahami bagaimana keanekaragaman spesies dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Dengan memahami perbedaan komposisi spesies di berbagai area, kita dapat mengidentifikasi pola sebaran spesies, hubungan antara spesies dan faktor lingkungan, serta mengevaluasi dampak perubahan lingkungan terhadap keanekaragaman hayati.

Pada bagian ini akan diperkenalkan beberapa metode statistik yang umum digunakan untuk analisis perbedaan komposisi spesies, termasuk perhitungan indeks ketidaksamaan, analisis klaster, dan metode multivariat lainnya serta cara menafsirkan dan menyajikan hasil analisis.

### 9.2.1 Mengukur perbedaan komunitas menggunakan klaster

Dalam bagian ini, kita akan membahas metode populer untuk mengukur perbedaan komunitas, yaitu analisis klaster berdasarkan ketidaksamaan Bray-Curtis dan Jaccard. Metode ini membantu mengidentifikasi pola sebaran dan hubungan antara komunitas berdasarkan perbedaan komposisi spesies. Analisis klaster ini penting dalam memahami hubungan antar komunitas spesies dan pengaruh faktor lingkungan.

Bray-Curtis menekankan perbedaan kelimpahan spesies antara komunitas, sementara indeks Jaccard fokus pada keberadaan atau ketiadaan spesies. Bray-Curtis cocok digunakan saat kita dapat mengidentifikasi kelimpahan spesies dengan tepat, seperti pengamatan burung menggunakan titik hitung. Skrip berikut ini dapat digunakan untuk menghitung dan menyajikan perbedaan tersebut.

# Membuat matriks temuan dari data burung  
data\_matrix <-table(raw$Transect, raw$Scientific.Name)  
  
# Menghitung dan membuat dendogram ketidaksamaan komunitas  
data\_matrix %>%  
 vegdist(method = "bray") %>%  
 hclust(method = "average") -> hc\_transect  
  
# Membuat dendogram dari hasil tersebut  
plot(hc\_transect, xlab = "", ylab = "Dissimilarity", sub = "Transect", hang = -1)  
rect.hclust(hc\_transect, k = 4, border = 2:5) #k adalah jumlah grup, sesuaikan dengan data

|  |
| --- |
| Figure 9.6: Klaster ketidaksamaan komunitas antar transek |

[Figure 9.6](#fig-showclustplot) menunjukkan dendrogram klaster yang dihasilkan dari ketidaksamaan Bray-Curtis. Cabang-cabang dendrogram menggambarkan kelompok-kelompok komunitas yang mirip, dan tinggi cabang menunjukkan tingkat perbedaan antara kelompok-kelompok tersebut. Nilai pada sumbu Y mengindikasikan indeks ketidaksamaan; semakin kecil nilainya, semakin mirip komposisi spesies dan kelimpahan relatif antara kedua komunitas. Sebaliknya, nilai yang lebih tinggi menunjukkan perbedaan yang lebih besar dalam komposisi dan kelimpahan. Gambar tersebut menunjukkan bahwa TS01 dan TS02 memiliki komposisi spesies yang paling mirip, dan kedua transek ini berbeda jauh dari TS07 hingga TS10 dalam hal komposisi spesies.

Selanjutnya, skrip dibawah ini digunakan untuk menghitung ketidaksamaan Jaccard. Analisa ini digunakan ketika kelimpahan individunya tidak bisa diidentifikasi dengan pasti. Salah satu contohnya adalah ketika survei yang digunakan menggunakan perekam suara, dimana pengamat dapat mengidentifikasi perbedaan spesies, namun tidak bisa dengan pasti mengukur perbedaan individu dari suara-suara tersebut.

Skrip ini akan mengkonversi data perjumpaan yang kita miliki sebagai 0 dan 1, dimana angka 0 menunjukan spesies tidak ditemukan dalam transek dan 1 adalah spesies terdeteksi, berapapun jumlahnya.

#Jaccard dan binary data (presence/absence)  
data\_matrix %>%  
 vegdist(method = "jaccard", binary = TRUE) %>%  
 hclust(method = "average") %>%  
 plot(xlab="", ylab="Dissimilarity", sub="Transect", hang=-1)

### 9.2.2 Mengukur perbedaan komunitas menggunakan ordinasi

Pada bagian ini akan dibahas metode lain yang digunakan untuk mengukur perbedaan komunitas, yaitu analisis ordinasi. Ordinasi merupakan suatu teknik multivariat yang mengatur objek-objek (misalnya, komunitas atau spesies) dalam suatu ruang berdimensi rendah berdasarkan perbedaan atau kemiripan karakteristik mereka. Tujuan dari analisis ordinasi adalah untuk menyederhanakan data yang kompleks dan mengungkapkan pola yang mendasari struktur komunitas spesies. Pada contoh kode dibawah ini, akan menggunakan analisis koordinat non-metrik (NMDS) dengan ketidaksamaan Bray-Curtis.

# Membuat matriks kelimpahan spesies  
sp.abd <- raw %>%  
 count(Transect, Scientific.Name) %>%  
 pivot\_wider(names\_from = Scientific.Name, values\_from = n, values\_fill = list(n = 0)) %>%  
 column\_to\_rownames(var = "Transect")  
  
# menghitung nilai NMDS  
(mynmds <- metaMDS(sp.abd, distance = "bray"))

Wisconsin double standardization  
Run 0 stress 0.07832448   
Run 1 stress 0.07832449   
... Procrustes: rmse 4.304456e-05 max resid 9.894276e-05   
... Similar to previous best  
Run 2 stress 0.06960335   
... New best solution  
... Procrustes: rmse 0.1917199 max resid 0.3719346   
Run 3 stress 0.06960334   
... New best solution  
... Procrustes: rmse 3.016678e-05 max resid 5.231284e-05   
... Similar to previous best  
Run 4 stress 0.07832448   
Run 5 stress 0.07832448   
Run 6 stress 0.06960337   
... Procrustes: rmse 2.892365e-05 max resid 7.333326e-05   
... Similar to previous best  
Run 7 stress 0.06960334   
... New best solution  
... Procrustes: rmse 1.052205e-05 max resid 1.857753e-05   
... Similar to previous best  
Run 8 stress 0.07832448   
Run 9 stress 0.06960334   
... New best solution  
... Procrustes: rmse 7.129848e-06 max resid 1.292416e-05   
... Similar to previous best  
Run 10 stress 0.06960335   
... Procrustes: rmse 5.518977e-05 max resid 9.686847e-05   
... Similar to previous best  
Run 11 stress 0.06960335   
... Procrustes: rmse 4.386816e-05 max resid 7.569278e-05   
... Similar to previous best  
Run 12 stress 0.06960334   
... Procrustes: rmse 2.541262e-05 max resid 4.504849e-05   
... Similar to previous best  
Run 13 stress 0.07832448   
Run 14 stress 0.06960334   
... Procrustes: rmse 1.044887e-05 max resid 1.898008e-05   
... Similar to previous best  
Run 15 stress 0.07832448   
Run 16 stress 0.07832448   
Run 17 stress 0.07832449   
Run 18 stress 0.06960337   
... Procrustes: rmse 2.935767e-05 max resid 5.210894e-05   
... Similar to previous best  
Run 19 stress 0.06960334   
... Procrustes: rmse 8.014995e-06 max resid 1.222519e-05   
... Similar to previous best  
Run 20 stress 0.07832448   
\*\*\* Best solution repeated 7 times

Call:  
metaMDS(comm = sp.abd, distance = "bray")   
  
global Multidimensional Scaling using monoMDS  
  
Data: wisconsin(sp.abd)   
Distance: bray   
  
Dimensions: 2   
Stress: 0.06960334   
Stress type 1, weak ties  
Best solution was repeated 7 times in 20 tries  
The best solution was from try 9 (random start)  
Scaling: centring, PC rotation, halfchange scaling   
Species: expanded scores based on 'wisconsin(sp.abd)'

Pada hasil tersebut dapat dillihat bahwa nilai stres rendah (<0,2), menunjukkan bahwa hasil NMDS dapat diinterpretasikan dengan keyakinan yang lebih tinggi. Sedangkan nilai stres yang lebih tinggi menunjukkan bahwa interpretasi mungkin tidak dapat diandalkan. Selanjutnya, skrip dibawah ini digunakan untuk membuat plot NMDS dengan memberikan pilihan bahwa intuisi awal kita terdapat 4 kelompok utama.

# Membagi poin-point kedalam jumlah grup yang kita tentukan  
myclusters <- kmeans(mynmds$points, centers=4, nstart=10) #ganti centers, untuk merubah jumlah grup  
group <- factor(myclusters$cluster)  
  
# Membuat plot  
plot(mynmds, type="n", main="NMDS Plot")  
points(mynmds, display="sites", col=group, pch=16)  
text(mynmds$points, labels=rownames(sp.abd), cex=0.7, pos = 1)  
legend("bottomright", legend=unique(group), col=unique(group), pch=16, title = "Group")

|  |
| --- |
| Figure 9.7: Grafik ordinasi kesamaan komposisi spesies antar transek |

[Figure 9.7](#fig-shownmdsplot) menyajikan pola sebaran titik-titik sebagai perwakilan sampel, yang dalam konteks ini adalah transek. Jarak antara titik-titik ini menggambarkan tingkat kemiripan atau perbedaan dalam komposisi spesies antara komunitas. Jarak yang lebih dekat antara titik-titik menunjukkan komposisi spesies yang lebih mirip, sementara jarak yang lebih jauh menunjukkan perbedaan yang lebih besar. Dapat dilihat bahwa TS07 memiliki komposisi yang sangat jauh berbeda dibandingkan transek lainnya.

## 9.3 Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap Kelimpahan Spesies: Model Linier Umum (GLM)

Bagian ini akan membahas penggunaan Model Linier Umum (GLM) dalam menganalisis pengaruh faktor lingkungan terhadap kelimpahan spesies. Model ini memungkinkan kita untuk mempelajari hubungan antara variabel dependen (misalnya, kelimpahan spesies) dan satu atau lebih variabel independen (faktor lingkungan). GLM fleksibel dalam mengakomodasi berbagai distribusi variabel respon, seperti distribusi poisson (kelimpahan) atau binomial (keberadaan/ketiadaan), yang umum ditemukan dalam data ekologi.

#### 9.3.0.1 GLM dengan variabel kontinu

Skrip di bawah ini menunjukkan contoh analisis hubungan antara variabel kontinu, di mana kita akan mengevaluasi pengaruh elevasi, keragaman jenis pohon, kepadatan pohon, dan jumlah pohon pakan terhadap kelimpahan merpati hijau Sumatra (*Treron oxyurus).*

#Menghitung kelimpahan spesies disetiap transek  
species\_abundance <- raw %>%  
 filter(Scientific.Name == "Treron oxyurus") %>% #ganti nama spesies ini untuk jenis lainnya  
 group\_by(Transect) %>%  
 summarise(Abundance = n())  
  
#menggabungkan data kelimpahan dan variabel lingkungan  
raw\_env\_bird <- left\_join(raw\_env, species\_abundance, by = "Transect") %>%  
 replace\_na(list(Abundance = 0))  
  
glm1 <- glm(Abundance ~ Elev + Tree.count + Tree.rich + Imp.Tree, data = raw\_env\_bird, family = "poisson") #GLM menggunakan poisson  
glm2 <- glm(Abundance ~ Elev + Tree.count + Tree.rich + Imp.Tree, data = raw\_env\_bird, family = "quasipoisson") #GLM dengan quasipoison  
  
#periksa ringkasan hasil kedua model tersebut  
summary(glm1)  
summary(glm2)

Call:  
glm(formula = Abundance ~ Elev + Tree.count + Tree.rich + Imp.Tree,   
 family = "poisson", data = raw\_env\_bird)  
  
Deviance Residuals:   
 1 2 3 4 5 6 7 8   
-0.35587 -0.03750 1.62497 -0.00771 -0.20489 -0.39890 1.39522 -1.27529   
 9 10   
-1.30590 -1.46939   
  
Coefficients:  
 Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)   
(Intercept) -2.0339395 1.0080291 -2.018 0.04362 \*   
Elev 0.0005957 0.0004688 1.271 0.20384   
Tree.count 0.0033233 0.0079028 0.421 0.67410   
Tree.rich 0.1113168 0.0372917 2.985 0.00284 \*\*  
Imp.Tree 0.0026611 0.0252308 0.105 0.91600   
---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
  
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)  
  
 Null deviance: 91.907 on 9 degrees of freedom  
Residual deviance: 10.407 on 5 degrees of freedom  
AIC: 48.371  
  
Number of Fisher Scoring iterations: 6

Berdasarkan ringkasan kedua model di atas, nilai dispersinya mendekati 1, sehingga kita akan menggunakan GLM dengan distribusi Poisson. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel yang signifikan (P < 0.05) adalah keragaman jenis pohon dengan nilai positif, yang mengindikasikan bahwa semakin beragam vegetasi di suatu area, kelimpahan burung tersebut cenderung lebih tinggi.

Selanjutnya, skrip dibawah ini bisa digunakan untuk membuat plot yang menggambarkan pengaruh keragaman jenis pohon terhadap kelimpahan burung.

# Membuat tabel prediksi dari model terbaik  
pred\_df <- data.frame(Tree.rich = seq(min(raw\_env\_bird$Tree.rich), max(raw\_env\_bird$Tree.rich), length.out = 1000),   
 Elev = mean(raw\_env\_bird$Elev),  
 Tree.count = mean(raw\_env\_bird$Tree.count),  
 Imp.Tree =mean(raw\_env\_bird$Imp.Tree))  
  
pred\_df$Abundance <- predict(glm1, newdata = pred\_df, type = "response")  
  
# Membuat plot prediksi kelimpahan burung dari keragaman jenis pohon  
ggplot(raw\_env\_bird, aes(x = Tree.rich, y = Abundance)) +  
 geom\_point(alpha = 0.5, color = "#3B6B9A") +   
 geom\_smooth(method = "glm", method.args = list(family = "poisson"), se = TRUE, color = "#8C510A") +  
 theme\_bw(base\_size = 16) +  
 ggtitle("Predicted abundance by tree richness") +  
 xlab("Tree richness") +  
 ylab("Predicted abundance") +  
 theme(plot.title = element\_text(hjust = 0.5, size = 20),  
 axis.title.x = element\_text(size = 20),  
 axis.title.y = element\_text(size = 20),  
 axis.text.x = element\_text(size = 16),  
 axis.text.y = element\_text(size = 16),  
 legend.title = element\_blank(),  
 legend.text = element\_text(size = 16),  
 legend.position = "bottom")

|  |
| --- |
| Figure 9.8: Grafik pengaruh keanekaragaman pohon terhadap kelimpahan burung merpati hijau |

#### 9.3.0.2 GLM dengan variable kategori

Bagian ini akan membahas penggunaan Model Linier Umum (GLM) dalam menganalisis pengaruh faktor lingkungan tipe kategori terhadap kelimpahan spesies. Dalam contoh ini, kita akan mengevaluasi pengaruh tutupan lahan, yang mencakup hutan primer, hutan sekunder, hutan tanaman, dan tanah terbuka, terhadap kelimpahan merpati hijau Sumatra (*Treron oxyurus*). Skrip di bawah ini menunjukkan cara menggunakan GLM untuk memodelkan hubungan antara kelimpahan burung dengan variabel kategori tutupan lahan.

### GLM untuk variabel kategori  
glm3 <- glm(Abundance ~ Tuplah, data = raw\_env\_bird, family = "poisson")  
glm4 <- glm(Abundance ~ Tuplah, data = raw\_env\_bird, family = "quasipoisson")  
  
summary(glm3)  
summary(glm4)

Call:  
glm(formula = Abundance ~ Tuplah, family = "poisson", data = raw\_env\_bird)  
  
Deviance Residuals:   
 Min 1Q Median 3Q Max   
-1.2216 -1.1547 -0.3885 0.8668 1.3144   
  
Coefficients:  
 Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)   
(Intercept) 3.0681 0.1525 20.119 < 2e-16 \*\*\*  
TuplahHutan Sekunder -0.9578 0.2314 -4.139 3.49e-05 \*\*\*  
TuplahHutan Tanaman -3.4735 0.7234 -4.802 1.57e-06 \*\*\*  
TuplahTanah Terbuka -20.3706 3467.8585 -0.006 0.995   
---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
  
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)  
  
 Null deviance: 91.907 on 9 degrees of freedom  
Residual deviance: 10.845 on 6 degrees of freedom  
AIC: 46.809  
  
Number of Fisher Scoring iterations: 15

Hasil analisis GLM terbaik menggunakan model Poisson pada model glm3, karena nilai dispersinya mendekati 1. hasil tersebut menunjukan bahwa kelimpahan merpati hijau Sumatra (*Treron oxyurus*) secara signifikan lebih tinggi di hutan primer dibandingkan dengan hutan sekunder dan hutan tanaman. Perbedaan kelimpahan burung di hutan sekunder dan hutan tanaman lebih rendah daripada di hutan primer, dengan nilai yang signifikan (P<0.05) untuk kedua kategori tersebut. Sementara itu, tidak ada bukti yang cukup untuk menyatakan perbedaan signifikan antara kelimpahan burung di tanah terbuka dengan hutan primer.

Selanjutnya anda dapat menggunakan skrip dibawah ini untuk membuat plot dari model tersebut

# Membuat tabel prediksi dari model terbaik  
pred\_df <- data.frame(Tuplah = unique(raw\_env\_bird$Tuplah))  
pred\_df$Predicted <- predict(glm3, newdata = pred\_df, type = "response", se.fit = TRUE)$fit  
pred\_df$SE <- predict(glm3, newdata = pred\_df, type = "response", se.fit = TRUE)$se.fit  
  
# Membuat plot prediksi kelimpahan burung dari perbedaan tutupan lahan  
ggplot(data = pred\_df, aes(x = Tuplah, y = Predicted, fill = Tuplah)) +  
 geom\_bar(stat = "identity", position = position\_dodge(), color = "black") +  
 geom\_errorbar(aes(ymin = Predicted - SE, ymax = Predicted + SE),   
 position = position\_dodge(width = 0.9), width = 0.2) +  
 scale\_fill\_manual(values = c("#74C476", "#6BAED6", "#FD8D3C", "#9E9AC8")) +  
 labs(x = "Landcover", y = "Predicted abundance",  
 title = "Predicted abundance by landcover",  
 fill = "") +  
 theme\_bw() +  
 theme(plot.title = element\_text(size = 14, face = "bold", hjust = 0.5),  
 axis.title = element\_text(size = 12, face = "bold"),  
 axis.text = element\_text(size = 10),  
 legend.title = element\_blank(),  
 legend.text = element\_text(size = 10),  
 legend.position = "bottom",  
 panel.grid = element\_blank(),  
 panel.background = element\_blank(),  
 panel.border = element\_rect(colour = "black", fill = NA, size = 0.5))

|  |
| --- |
| Figure 9.9: Grafik pengaruh tutupan lahan terhadap kelimpahan burung |

## 9.4 Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap komposisi Spesies: Canonical Correspondence Analysis (CCA)

Bagian ini akan membahas analisis menggunakan *Canonical Correspondence Analysis* (CCA). CCA merupakan metode multivariat yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel lingkungan dengan pola komposisi spesies dalam suatu komunitas. Melalui analisis CCA, kita dapat mengidentifikasi faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap komposisi spesies, serta membuat visualisasi hubungan antara spesies, kondisi lingkungan, dan lokasi transek dalam bentuk grafik dua dimensi.

Skrip dibawah ini dapat digunakan untuk melalukan analisa CCA secara sederhana mengenai komposisi komunitas burung di setiap transek terhadap perbedaan elevasi, keanekaragaman pohon, kelimpahan pohon penting dan tutupan lahan.

# Membuat matriks kelimpahan spesies  
sp.abd <- raw %>%  
 count(Transect, Scientific.Name) %>%  
 pivot\_wider(names\_from = Scientific.Name, values\_from = n, values\_fill = list(n = 0)) %>%  
 column\_to\_rownames(var = "Transect")  
  
# Membuat matriks variabel lingkungan  
sp.env <- raw\_env %>%  
 column\_to\_rownames(var = "Transect") %>%  
 select (c(3:7)) %>%  
 mutate(Elev = scale(Elev)) %>% #opsional, jika ingin menstandarisasi data  
 mutate(Tree.count = scale(Tree.count)) %>%  
 mutate(Imp.Tree = scale(Imp.Tree)) %>%  
 mutate(Tree.rich = scale(Tree.rich)) %>%  
 mutate(Tuplah = as.factor(Tuplah))  
  
# Menghitung CCA dengan variabel lingkungan  
OM1 <- cca(sp.abd ~ Elev + Tuplah + Tree.count + Tree.rich, sp.env)  
  
# Membuat plot sederhana  
plot1 <- plot(OM1, display=c("bp", "sp", "sites"))

|  |
| --- |
| Figure 9.10: Grafik ordinasi CCA sederhana |

Plot yang ditampilkan pada [Figure 9.10](#fig-ccabasepl) diatas dapat dimodifikasi agar lebih mudah dibaca dengan menggunakan fungsi dari ggplot pada skrip dibawah ini.

# Konversi hasil perhitungan CCA kedalam data frame  
df <- fortify(OM1)  
  
# memilih 10 spesies yang paling dominan  
dom\_sp <- raw %>%  
 group\_by(Scientific.Name) %>%  
 summarise(abundance = n()) %>%  
 arrange(desc(abundance)) %>%  
 slice(1:10)  
  
# Membuat plot baru dengan ggplot  
ggplot() +   
 geom\_vline(xintercept = c(0), color = "grey70", linetype = 2) +  
 geom\_hline(yintercept = c(0), color = "grey70", linetype = 2) +   
 scale\_x\_continuous(sec.axis = dup\_axis(labels=NULL, name=NULL), name = "CCA1") +  
 scale\_y\_continuous(sec.axis = dup\_axis(labels=NULL, name=NULL), name = "CCA2") +   
 geom\_point(aes(x=CCA1, y=CCA2), data=filter(df, Score=="sites"), size = 3, color = "#1f77b4") +   
 geom\_segment(aes(x = 0, y = 0, xend = CCA1\*2.5, yend = CCA2\*2.5), data = filter(df, Score=="biplot"),color = "#d62728", arrow=arrow(length = unit(0.3, "cm"))) +  
 geom\_text\_repel(aes(x=CCA1\*2.5, y=CCA2\*2.5, label=Label),data = filter(df, Score=="biplot"),color = "#d62728", size = 4) +   
 geom\_text\_repel(aes(x=CCA1, y=CCA2, label=Label),   
 data=filter(df, Score=="species", Label %in% dom\_sp$Scientific.Name),  
 color = "#2ca02c", size = 4) +  
 geom\_text\_repel(aes(x=CCA1, y=CCA2, label=Label), data=filter(df, Score=="sites"),color = "#1f77b4", size = 4) +  
 theme\_bw() +  
 theme(axis.text = element\_text(size = 12),  
 axis.title = element\_text(size = 14),  
 legend.position = "none")

|  |
| --- |
| Figure 9.11: Grafik ordinasi CCA komunitas burung terhadap variabel lingkungan |

[Figure 9.11](#fig-showccaplot) menunjukkan plot CCA yang telah dimodifikasi dengan memperlihatkan 10 spesies paling melimpah untuk kemudahan interpretasi. Untuk memahami hasil CCA, Anda harus melihat sejauh mana titik-titik transek, spesies, dan panah variabel lingkungan berdekatan. Transek dan spesies yang berada dekat dengan panah variabel lingkungan menandakan bahwa mereka dipengaruhi oleh variabel lingkungan tersebut. Jika panah variabel lingkungan berdekatan atau berpotongan, ini menunjukkan adanya korelasi antara variabel-variabel tersebut dalam menjelaskan pola distribusi spesies.

Pada [Figure 9.11](#fig-showccaplot) tersebut menunjukkan bahwa panah elevasi dan keragaman jenis pohon berdekatan, yang berarti semakin tinggi elevasi, keragaman jenis pohon semakin meningkat. Selain itu, posisi ayam hutan (*Gallus varius*) terletak jauh dari arah elevasi, yang berarti dalam sampel kita, ayam hutan lebih sering ditemukan di daerah dengan elevasi yang lebih rendah dan ditemukan lebih sering di hutan sekunder. Jarak antar titik juga menunjukkan kesamaan komposisi jenis dan variabel lingkungan, seperti transek 5 dan 6 yang lebih mirip satu sama lain dibandingkan dengan transek 3 dan 4 yang memiliki posisi yang lebih jauh.

Jika kita bandingkan dengan hasil klaster dan NMDS pada [Figure 9.6](#fig-showclustplot) dan [Figure 9.7](#fig-shownmdsplot), posisi relatif titik atau transek ini menjadi berbeda karena metode sebelumnya hanya mempertimbangkan komposisi spesies, sedangkan CCA mencakup variabel-variabel lingkungan sehingga menggambarkan kondisi komunitas dan lingkungan yang lebih lengkap.

## 9.5 Analisis Kepadatan Spesies

tba

## 9.6 Daftar Spesies Prioritas

tba