

BUKU AJAR

METODE SURVEI DAN INVENTARISASI MAMALIA



Foto:Abdul Haris Mustari

Abdul Haris Mustari

Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata
Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University

2024

KATA PENGANTAR

Metode inventarisasi satwaliair khususnya diperlukan dalam rangka pengelolaan habitat dan populasi satwaliair di habitat alaminya (in-situ). Buku mengenai inventarisasi satwa masih sangat terbatas, khususnya satwa di daerah tropis. Buku sederhana ini memberikan penjelasan mengenai ekologi dan keanekaragaman mamalia. Beberapa metode inventarisasi dan survey mamalia secara langsung yang mencakup 1) Metode Penghalauan (drive count), 2) Metode Jalur (transect), 3) Metode Capture-Mark-Recapture CMR), dan 4) Metode tidak langsung yang meliputi jejak kaki,feses/kotoran,sarang, dll. Pada bagian akhir diberikan mengenai cara menghitung indeks keanekaragaman jenis mamalia, indeks kekayaan jenis mamalia, dan indeks pemerataan jenis mamalia.

Semoga buku ini bermanfaat

Abdul Haris Mustari

DAFTAR ISI

			Halaman
		KATA PENGANTAR	ii
BAB	I	PENDAHULUAN	1
BAB	II	METODE INVENTARISASI MAMALIA SECARA LANGSUNG	6
BAB	III	METODE PENGHALAUAN (DRIVE COUNT)	7
BAB	IV	METODE JALUR (TRANSECT)	9
BAB	V	METODE CAPTURE-MARK-RECAPTURE	16
BAB	VI	METODE INVENTARISASI MAMALIA SECARA TIDAK LANGSUNG	19
BAB	VII	INDEKS KEANEKARAGAMAN	26

BAB I

PENDAHULUAN

Mamalia merupakan salah satu klas dalam Kingdom Animalia, memiliki beberapa keistimewaan baik dalam hal fisiologi maupun dalam hal susunan saraf dan tingkat intelegensianya. Mamalia dari kata *mammilae* artinya kelenjar susu, hanya satwa dari klas ini yang memiliki kelenjar susu. Ciri lain mamalia yaitu terdapatnya rambut (hair) pada kulitnya. Selain itu mamalia mampu bertahan hidup pada kondisi cuaca yang ekstrim sekalipun, bahkan di kutub utara dan selatan dapat dijumpai mamalia karena adanya kemampuan mengatur suhu tubuhnya (homoiotherm). Karena itu tidak mengherankan apabila disetiap sudut bumi ini dapat dijumpai mamalia.

Keragaman mamalia sangat tinggi. Mamalia yang masih hidup (karena banyak yang telah punah) saat ini tercatat 26 ordo, 136 famili, 1135 genera, dan 4629 spesies. Lebih lanjut, pada tingkatan ordo, hampir 50% spesies mamalia adalah dari ordo satwa-satwa pengerat (Rodentia) yaitu 2015 spesies. Urutan kedua yang tercatat memiliki spesies terbanyak adalah jenis-jenis kelelawar/kalong/codot mencapai 925 spesies. Sedangkan jenis-jenis satwa pemakan serangga (ordo Insectivora) menempati urutan ke-3 dengan jumlah spesies 420. Satwa pemakan daging (Carnivora) menempati urutan ke-4 sebanyak 271 spesies. Ordo primata 233 species, Artiodactyla 220 species, dan Lagomorpha (rabbit dan hare) sebanyak 80 species.

Habitat mamalia umumnya di darat (terrestrial/arboreal dan daerah peralihan habitat darat dan air) yaitu 97.2%. Sedangkan mamalia yang hidup pada habitat perairan hanya tercatat 2.5%, yaitu dari famili Cetacea dan Sirenia (dugong-dugong, lumba-lumba, paus, singa laut, anjing laut, dlsb).

Setiap jenis mamalia memiliki daerah penyebaran tertentu berdasarkan kondisi geografis dan ekologis. Di kawasan kampus IPB Darmaga terdapat sekitar 22 jenis satwa mamalia, meliputi ordo Rodentia, Chiroptera, Scandentia, Soricomorpha, Pholidota, Carnivora dan Primata.

Soricomorpha

Beberapa jenis yang termasuk dalam ordo ini mirip dengan jenis-jenis dari ordo Rodentia. Moncong umumnya relatif lebih panjang dan lebih runcing daripada Rodentia. Satwa yang termasuk dalam ordo ini seperti cucurut dan munggis.

Rodentia

Rodentia dapat dikenali melalui susunan giginya. Gigi serinya besar, bengkok, dan berbentuk seperti pahat pada rahang atas dan bawah, gigi taring tidak ada dan terdapat diastema yang lebar sebelum gigi geraham. Satwa yang termasuk dalam ordo ini adalah bajing, tikus, dan landak.

Scandentia

Beberapa jenis yang termasuk dalam ordo ini adalah tupai. Tupai sebelumnya diklasifikasikan sebagai Primata atau Insectivora, tetapi sekarang digolongkan dalam ordo tersendiri yaitu Scandentia.

Pholidota

Trenggiling merupakan salah satu satwa yang termasuk dalam ordo Pholidota, yaitu satwa yang memiliki sisik yang menutupi seluruh tubuh bagian atas, ekornya dapat digunakan untuk berpegangan dan tidak mempunyai gigi. Anak bergerak dengan menggantung pada bagian atas pangkal ekor induknya.

Chiroptera

Kelelawar sulit diidentifikasi sampai tingkat jenis, kecuali jika ditangkap dan diperiksa dari dekat. Dalam gengaman tangan sebagian besar jenis dapat dibedakan berdasarkan sifat dan ukuran yang mudah dilihat tetapi warnanya agak bervariasi dan kadang perlu memeriksa tengkorak atau susunan gigi untuk memastikan jenisnya.

Carnivora

Carnivora diwakili oleh berbagai kelompok yang dapat dibedakan dengan mamalia lainnya berdasarkan giginya yang besar dan tajam. Gigi taring panjang, meruncing dan relatif besar. Selalu ada diastema kecil di antara deretan gigi seri dan gigi taring pada rahang atas, dan pada beberapa *diastema* serupa juga ada pada rahang bawah.

Primata

Semua anggota primata mempunyai tangan dan kaki yang dapat memegang, jari umumnya mempunyai kuku dan bukan cakar dan kedua mata terletak di bagian depan muka. Suku Lorisidae dan Tarsiidae aktif pada malam hari, nocturnal, sedangkan monyet, dan kera aktif pada siang hari, diurnal.

Survey Mamalia

Beberapa parameter penting yang harus diketahui/dikumpulkan dalam melakukan survey dan inventarisasi mamalia, mencakup:

1. Jenis/keanekaragaman mamalia

Parameter ini menggambarkan tingkat keanekaragaman/diversitas jenis mamalia yang terdapat pada suatu ekosistem. Keanekaragaman jenis mamalia (termasuk berbagai ordo) menjadi tolok ukur tingkat kesehatan suatu ekosistem karena semakin sehat suatu ekosistem semakin tinggi keanekaragaman mamalia yang terdapat di dalamnya. Parameter ini juga menunjukkan bahwa kaidah-kaidah ekologi masi berjalan sebagaimana mestinya pada ekosistem bersangkutan.

2. Jumlah individu/ukuran populasi

Menggambarkan jumlah individu setiap jenis mamalia pada waktu dan tempat (berupa habitat/ekosistem) tertentu. Jumlah individu dalam suatu populasi juga sangat penting dicatat dalam rangka mengetahui dinamika populasi.

3. Penyebaran

Parameter ini menggambarkan wilayah-wilayah mana saja dalam suatu habitat/ekosistem dimana spesies tertentu dapat dijumpai. Luas wilayah penyebaran berbeda setiap spesies. Hal ini dipengaruhi oleh kebutuhan akan makan, air dan tempat berlindung (cover) dan kebutuhan-kebutuhan khusus (special needs) bagi suatu spesies. Penyebaran erat kaitannya dengan wilayah jelajah (home range), daerah inti (core area) dan teritori (territory).

4. Preferensi habitat

Preferensi habitat menggambarkan kesukaan mamalia terhadap habitat tertentu, misalnya anoa lebih sering dijumpai di hutan primer Sulawesi dimana terdapat air yang cukup seperti hutan riparian, mata air, danau, rawa. Demikian

pula dengan babirusa, lebih sering dijumpai pada habitat-habitat dimana terdapat sumber air yang permanen serta terdapat tempat berkubang/mandi.

5. Trophic level

Setiap jenis mamalia memiliki jenis makanan yang berbeda yang diperoleh dalam adaptasi jutaan tahun dalam proses evolusinya yang membuatnya berbeda dengan spesies lainnya. Mamalia yang makanannya adalah berbagai jenis tumbuhan tergolong herbivor, misalnya mamalia artiodactyla (berkuku genap) famili Cervidae, Bovidae) serta perissodactyla (berkuku ganjil) seperti Badak, Gajah, Tapir, Zebra dan Kuda. Mamalia yang makanannya adalah daging tergolong dalam ordo Carnivor, contohnya berbagai jenis kucing famili Felidae, anjing, hyena. Mamalia pemakan serangga ada dari ordo Chiroptera (mikro chiroptera), juga Edentata misalnya Ardvak, Pangolin, dlsb. Mamalia pengerat (Rodentia) sangat banyak jumlahnya hampir 50% dari jenis mamalia yang ada. Rodentia seperti berbagai jenis tikus, celurut, bajing dan tupai. Mamalia pemakan segala memebentuk ordo tersendiri yaitu Omnivor, misalnya babi hutan. Sedangkan mamalia pemakan ikan dan jenis-jenis organisma air termasuk piscivor, misalnya berang-berangan, anjing laut dan singa laut.

6. Niche/relung ekologi

Relung Ekologi (ecological niche) pertama kali oleh Hutchinson (1957). Konsep niche terkait dengan evolusi, adaptasi dan keterbatasan lingkungan. Niche didefinisikan sebagai peran/fungsi suatu makhluk hidup/spesies dalam suatu komunitas biotik yang ditentukan oleh penyebaran geografi dan ekologi serta rangkaian adaptasinya terhadap lingkungan yang membedakannya/memisahkannya dari spesies lain. Contoh pada tropic level, herbivores: grazers, browsers, bark eaters, fruit eaters, seed eaters dan Carnivores: large mammals, small mammals, birds, dan insects.

Meskipun jenis makanan yang sama tetapi mungkin metode dan lokasi berburu dan menangkap mangsa berbeda untuk setiap spesies. Relung ekologi yang sama pada wilayah geografi atau komunitas biotik yang berbeda disebut '*niche counterparts*', dan spesies yang menempatinya disebut '*ecological equivalents*'. Contoh Kanguru di Australia dengan berbagai jenis herbivora di

wilayah Oriental atau di Ethiopia; Primata di sub wilayah Sundaic dengan Kanguru Pohon dan Jenis-jenis kelelawar di wilayah Australia.

Relung ekologi memiliki dimensi yang tidak terhingga karena itu disebut *n-dimensional hypervolume*, artinya dimensi relung ekologi tidak terbatas jumlahnya/macamnya. Dimensi n (fisik dan biotik) tidak terbatas jumlahnya. Contoh: temperature, kelembaban, jenis makanan, bagian tumbuhan yang dimakan, tinggi tajuk yang disukai, waktu aktif (diurnal, nocturnal), dst.

Sensus dan Sampling

Apabila seluruh satwa dapat ditemukan dan dihitung jumlahnya dalam suatu areal tertentu maka dilakukan penghitungan total satwa atau lazim disebut sensus. Akan tetapi tidak semua satwa dapat dilakukan penghitungan total, misalnya beberapa satwa tidak terdeteksi terutama pada areal studi yang sangat luas. Selain itu ada kendala biaya dan waktu, sehingga penghitungan total tidak dapat dilaksanakan maka pada kondisi seperti ini dilakukan penghitungan dengan cara sampling.

BAB II

METODE INVENTARISASI MAMALIA SECARA LANGSUNG

Secara umum ada dua cara dalam melakukan observasi dan penghitungan satwa secara langsung (*direct encounter*). Pertama, metode penghalauan atau *Drive Count*, dimana satwa dihalau atau ‘dipaksa’ bergerak, berjalan atau berlari meninggalkan tempatnya semula berupa tempat persembunyian di bawah tajuk, di tunggak-tunggak pohon besar atau di dalam gua. Satwa dihitung ketika sedang bergerak. Metode ini cocok digunakan untuk satwa-satwa yang aktif pada siang hari (diurnal), berukuran sedang (medium size), terestrial, dan nyata bergerak ketika dihalau serta satwa-satwa yang hidup pada habitat yang relatif datar. Metode penghalauan tidak sesuai untuk spesies mamalia yang cenderung bersembunyi, predator besar, satwa yang hidup di bawah tanah (fossorial) dan yang hidup di tajuk-tajuk pohon (arboreal). Metode ini sesuai untuk areal yang relatif kecil.

Kedua, yaitu pengamatan dilakukan dengan cara diam (*Silent detection*). Pada metode ini, pengamat mendekati satwa setenang mungkin (*as silent as possible*) dan menghitung satwa ketika satwa tidak dalam keadaan terganggu. Metode ini dapat digunakan untuk survei berbagai baik satwa yang berukuran relatif kecil maupun yang besar termasuk beberapa satwa yang dapat dihitung dengan cara penghalauan. Penerapan metode ini sangat luas, dapat digunakan untuk survei mamalia laut, arboreal, fossorial, diurnal dan nocturnal. Untuk satwa nocturnal, survei dapat dilakukan menggunakan center atau sumber cahaya lainnya. Keuntungan *silent detection* dibandingkan dengan *drive count*, yaitu satwa tidak mengalami stress. *Silent detection* dapat dilakukan dengan berjalan kaki (pada wilayah survey yang relatif kecil) dan menggunakan kendaraan untuk wilayah yang relatif luas dan terbuka seperti di savana Afrika. *Silent detection* juga dapat dilakukan dengan menggunakan speed boat untuk mamalia laut serta pesawat untuk wilayah yang luas dan relatif datar.

BAB III

METODE PENGHALAUAN (*DRIVE COUNT*)

Pada metode ini, satwa yang menempati areal tertentu dikelilingi penuh dan dihitung setelah mereka meninggalkan tempat itu. Salah satu kelemahan metode ini yaitu biaya mahal dan membutuhkan jumlah tenaga yang relative banyak terdiri dari penghalau dan pencatat. Untuk wilayah yang luasnya sekitar 3 km² (300 ha) diperlukan tenaga sebanyak 100-150 orang. Penghalau bertugas menghalau satwa ke arah pos-pos yang telah ditentukan, sedangkan pencatat bertugas mencatat dan menghitung jumlah satwa yang lewat yang ditempatkan pada sisi/lokasi yang telah ditentukan. Jarak antara penghalau satu dengan penghalau yang lainnya bervariasi antara 15-50 meter tergantung kondisi lapangan dan penutupan vegetasi. Semakin rapat vegetasi semakin dekat jarak antar penghalau. Jarak antar penghalau dan pencatat disebut jarak halau yang besarnya sekitar 0,4 km.

Langkah-langkah metode drive count:

1. tentukan lokasi dan penyebaran jalur penghalau, arah penghalau dan jarak antara pencatat pada jalur pencatat.
2. Tenaga penghalau dan pencatat ditempatkan di pos-pos yang telah ditentukan, dimana pencatat menghadap arah penghalau.
3. Pencatat mencatat individu-individu satwa yang lewat pada salah satu sisi pencatat, di sebelah kiri atau kanan, tergantung kesepakatan (diberi notasi +)
4. Ada kemungkinan satwa-satwa keluar dari areal yang disurvei dan lari/bergerak ke arah penghalau dan melewati penghalau. Satwa ini dicatat oleh penghalau pada sisi-sisi yang telah disepakati terlebih dahulu kiri atau kanan penghalau (diberi notasi +).
5. Satwa yang masuk ke lokasi yang di survey diberi notasi (-)
6. Menghitung populasi satwa.

Populasi total (total count)= jumlah satwa yang melewati pencatat + jumlah satwa yang melewati penghalau- jumlah satwa yang masuk ke areal yang disurvei

Apabila wilayah yang disurvei merupakan bagian dari wilayah yang lebih

luas (sample count) maka populasi total (N) dapat dihitung berdasarkan jumlah (n) individu satwa yang ditemukan dari wilayah-wilayah contoh. Jika luas wilayah yang dicari populasinya adalah A dan jumlah luas wilayah contoh a, maka populasi (P) dapat dihitung dengan rumus:

$$A/P = a/p$$

$$P = A/a (p)$$

BAB IV

METODE JALUR (TRANSECT)

Metode Line Transect

Metode ini termasuk metode langsung, dilakukan melalui pengamatan diam (silent detection), sesuai untuk spesies-spesies yang mudah dilihat secara langsung (conspicuous species) baik mamalia berukuran kecil, sedang maupun besar. Pada metode ini pengamat berjalan pada suatu jalur lurus mencatat jarak tegak lurus satwa terhadap jalur atau mencatat jarak radial satwa dengan pengamat dan mencatat sudut pandang satwa dengan jalur. Beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam menggunakan metode ini:

1. Semua satwa yang terdapat pada jalur harus dapat dilihat/dihitung
2. Jarak dan sudut pandang satwa dengan pengamat diukur secara akurat
3. Satwa dicatat ketika belum berpindah tempat pada saat pertama kali terlihat
4. Perjumpaan-perjumpaan dengan satwa mewakili kejadian yang bebas satu dengan lainnya.

Metode jalur sangat sesuai untuk dipakai dalam survei berjalan kaki atau dari kendaraan, baik di darat maupun di air dan udara (aerial survey). Syarat yang paling utama bahwa semua satwa yang terdapat pada jalur harus dapat dilihat agak sulit dilakukan terutama pada areal yang topografinya berbukit atau pada satwa-satwa fossorial atau arboreal. Akan tetapi kesulitan ini dapat diatasi apabila penjelajahan dalam jalur dapat diatur dan pengamat memiliki pengalaman dalam mendeteksi kehadiran satwa di sepanjang jalur. Jarak satwa terhadap pengamat dan sudut pandang satwa terhadap jalur dapat diukur dengan baik menggunakan alat yang sesuai serta teknik pengukuran yang tepat. Asumsi bahwa satwa belum berpindah tempat ketika pertama kali terlihat agak sulit terutama pada satwa-satwa yang memiliki mobilitas tinggi seperti anoa, babi rusa dan rusa. Hal ini dapat diatasi dengan cara pengamat berjalan perlahan dan tidak menimbulkan kegaduhan yang dapat mengganggu satwa. Selain itu pengamat harus berjalan se silent mungkin untuk mengurangi kemungkinan satwa mengeluarkan *alarm call* yang dapat

mengganggu satwa lain yang menyebabkan satwa berpindah ketika belum dicatat jaraknya.

Panjang jalur, lama dan waktu pengamatan harus di desain sedemikian rupa sehingga dapat dilakukan pengamatan satwa yang tepat. Panjang jalur tergantung kemampuan pengamat untuk mendeteksi dan mencatat satwa secara akurat. Survei dilakukan ketika satwa sedang aktif (makan, minum dan melakukan interaksi sosial lainnya), yaitu pagi dan sore hari untuk satwa diurnal dan awal malam dan menjelang pagi untuk satwa nokturnal.

Pengamatan sebaiknya dilakukan tidak lebih 2 jam, atau 3-5 km jalan kaki atau 12-20 km menggunakan kendaraan darat pada kondisi lapangan yang relatif baik aksesibilitasnya. Pada lapangan yang sulit serta jalur yang tidak lurus, maka panjang jalur yang bisa ditempuh dalam waktu sekitar 2 jam lebih pendek. Jarak antar jalur tidak kurang dari 1 km untuk menghindari adanya perpindahan satwa antar jalur yang menyebabkan double counting.

Idealnya jalur dibuat selurus mungkin menggunakan kompas, akan tetapi pada kondisi tertentu hal ini sulit dilaksanakan terutama apabila medan lapangan yang berbukit serta banyak jurang dan rintangan fisik seperti tebing, karts, sungai, danau dan rawa yang dalam yang tidak memungkinkan dilakukan menggunakan jalur yang lurus.

Jalur-jalur ditandai menggunakan 'surveying tape' atau penanda lain agar apabila dilakukan ulangan inventarisasi, jalur tersebut dapat ditemukan. Hal ini terutama dilakukan apabila penelitian/survei satwaliar dilakukan dalam jangka waktu yang panjang atau dilakukan secara periodik. Akan tetapi apabila dilakukan dalam waktu singkat dan hanya bersifat temporal, jalur cukup ditandai dengan titik GPS.

Pada kondisi lapangan yang sulit, berbukit, tajuk vegetasi yang rata, pengamatan terhadap satwa dapat terganggu, oleh karena itu jumlah pengamat sebaiknya dua orang, satu orang bertugas mengamati satwa, dan yang kedua bertugas mencatat dan membaca arah kompas. Pengamatan dilakukan secara hati-hati sehingga tidak mengganggu satwaliar. Gerakan dilakukan sehalus mungkin, hindari merokok dan berbicara yang kiranya dapat mengganggu kehadiran satwa khususnya satwa yang sangat sensitif akan kehadiran manusia. Oleh karena itu, jumlah pengamat sebaiknya tidak lebih dari dua orang.

Metode jalur dapat digunakan dengan baik dalam menghitung populasi anoa (Mustari, 2003) dan babi hutan sulawesi (Jamaludin, 2007) di Sulawesi Tenggara.

Kegiatan yang dilakukan dalam melaksanakan metode jalur:

1. Tentukan letak dan penyebaran jalur di areal survei
2. Arah jalur ditentukan terlebih dahulu
3. Untuk survei terestrial dan dilakukan dalam jangka panjang atau secara periodik, dimana kondisi lapangan yang relatif sulit dan penutupan vegetasi yang rapat maka terlebih dahulu perlu dibuat rintisan jalur. Rintisan tidak perlu dilakukan apabila survei dan inventarisasi satwa dilakukan di areal terbuka, misalnya di padang savana.
4. Rintisan dibuat seringan mungkin, yaitu asalkan dapat dilalui pengamat.
5. Pasang pita survei (surveying tape) pada setiap jarak 50 atau 100 m agar pengamat dapat mengetahui posisi ketika sedang melakukan pengamatan satwa
6. Pencatat berjalan sepanjang jalur dengan mencatat jenis satwa, jumlah satwa, jarak tegak lurus satwa terhadap jalur atau jarak radial satwa serta sudut pandang satwa dengan jalur.
7. Pada satwa yang berkelompok misalnya pada babi hutan, beberapa jenis primata, jenis dan jumlah satwa dicatat, sedangkan jarak satwa adalah jarak tengah kelompok/cluster satwa dengan jalur atau pengamat

Selain itu waktu dimulai dan berakhirnya pengamatan dicatat. Demikian pula kondisi cuaca pada waktu pengamatan dicatat dengan baik.

Tally Sheet Pengamatan

Tanggal :..... Lokasi :..... No. Jalur :.....
Cuaca :..... Waktu dimulai:..... Waktu berakhir:.....
Pengamat :..... Spesies target :..... Arah jalur :.....

Waktu	Jenis satwa	Jumlah satwa	Sudut pandang	Jarak Radial (m)	Umur	Sex	Keterangan

Metode jalur dapat dilakukan dari pesawat udara atau dari perahu. Penggunaan metode jalur menggunakan pesawat dapat mencakup wilayah survei yang lebih luas, hanya biaya yang dibutuhkan lebih mahal. Lagi pula hanya sesuai untuk satwa yang berukuran sedang dan besar. Selain itu sulit mengukur jarak pengamat dan sudut pandang satwa terhadap jalur dengan ketika pengamat berada di pesawat. Ketidakakuratan pengukuran jarak dan sudut pandang dapat juga bterjadi ketika melakukan survei mamalia laut/perairan dengan menggunakan perahu. Namun demikian kesulitan-kesulitan ini dapat diatasi dengan penggunaan alat navigasi dan GPS yang semakin baik kemampuannya.

Pada metode jalur, pengamat sebaiknya hanya mencatat beberapa spesies target (target *species*), karena mencatat seluruh spesies yang dijumpai di sepanjang jalur dapat membingungkan pengamat/pencatat.

Ukuran populasi

Kepadatan dan dugaan populasi bagi satwaliar dapat dihitung dengan rumus:

$$D = \frac{\sum Xi}{Lpc}$$

$$\hat{P} = D \cdot A$$

Sedangkan untuk *line transek* dapat menggunakan rumus:

$$D = \frac{\sum x_i + 1}{2 \cdot \sum L_j \cdot d_j}$$

$$d_j = \frac{\sum r_i \cdot \sin \theta_i}{n_j}$$

D = Kepadatan populasi (indiv/km²)
 P = Populasi dugaan (individu)
 A = luas wilayah pengamatan (km²)
 x_i = jumlah individu satwa pada kontak ke-i
 L_j = panjang transek jalur ke-j (m)
 d_j = rata-rata lebar kiri/kanan jalur ke j (m)
 n_j = jumlah kontak pada jalur ke-j

$$P = D \cdot A$$

$$Vp = \frac{\sum Xi}{2L/(A \cdot C)} \left\| \frac{(3 \sum Xi) - 2}{2[(\sum Xi - 2)(2L/(A \cdot C))]} \right\|$$

$$C = \frac{(2 \sum Xi) - 1}{\sum dj}$$

$$\text{Kisaran populasi} = \hat{P} \pm Z \alpha/2 \cdot \sqrt{Vp}$$

dimana: D = Kepadatan populasi (ind/ha)

$\sum Xi$ = Jumlah individu jenis x (ind)

\hat{P} = Populasi dugaan (ind)

Lpc = Luas petak contoh (ha)

A = Luas wilayah studi (ha)

\bar{d}_j = Lebar jalur rata-rata (meter)

$\sum L_j$ = Jumlah panjang jalur pengamatan (meter)

Vp = Nilai ragam
C = Faktor koreksi

Metode Strip Transect

Metode lajur umumnya dipakai pada areal survei yang relatif kecil dan berbentuk persegi panjang. Metode ini berbeda dengan metode jalur dalam hal asumsi bahwa semua satwa di dalam sample lajur dapat terlihat (observability 1). Di dalam lajur terdapat garis As transect, kemudian ditentukan lebar kiri dan kanan jalur. Jarak setengah lebar lajur (Gambar) ditentukan dengan dasar pertimbangan kondisi habitat, apakah relatif terbuka atau rapat vegetasinya dan juga ditentukan oleh jenis satwa target apakah semua satwa dapat dilihat secara jelas di sepanjang lajur. Penempatan lajur harus pula mempertimbangkan keterwakilan habitat dimana sedapat mungkin mencakup beberapa tipe habitat/mikro habitat, seperti mangrove, pantai, dataran rendah, hutan riparian, hutan pegunungan bawah, hutan pegunungan atas dan seterusnya.

Pencatat/pengamat berjalan di jalur yang menjadi As lajur tersebut, dapat dilakukan dengan berjalan kaki atau menggunakan kendaraan pada habitat yang relatif terbuka seperti savana. Semua satwa yang dijumpai di dalam lajur dicatat, sedangkan yang terdapat di luar lajur diabaikan sehingga data yang diperoleh yaitu jumlah satwa yang terdapat di dalam lajur.

Kepadatan satwa menggunakan metode lajur didasarkan beberapa asumsi:

1. Harus dapat ditentukan apakah satwa berada di dalam atau di luar lajur, dan semua satwa yang berada di dalam lajur harus dapat dihitung/dicatat keberadaannya
2. Perjumpaan-perjumpaan dengan satwa merupakan kejadian yang bebas satu dengan lainnya, dan satwa tidak berpindah jauh sebelum terdeteksi pengamat yang memungkinkan terjadinya penghitungan/pencatatan double.

Seperti halnya pada metode jalur, pada metode lajur dapat dilakukan pengamatan malam hari dengan target satwa tertentu khususnya satwa yang bagian belakang retina matanya dapat memantulkan cahaya dari spot-light yang digunakan oleh pengamat. Spotlight dapat berupa senter atau headlamp. Pada pengamatan menggunakan kendaraan bermotor, baterai senter atau headlamp dapat dimodifikasi menggunakan baterai ACCU dari kendaraan atau Accu cadangan sehingga dapat dipergunakan lebih lama.

Survei mamalia di sepanjang aliran sungai, strip dan line transect dapat dimodifikasi dimana transect yang dipakai adalah aliran/badan sungai itu sendiri. Pengamatan dilakukan menggunakan perahu baik yang bermesin maupun menggunakan dayung, tetapi untuk areal survei yang tidak terlalu panjang dan air sungai relatif tenang, penulis menyarankan pengamatan dilakukan menggunakan perahu kecil/canoe tanpa mesin karena dengan mesin akan mengganggu satwaliar. Metode menggunakan perahu penulis lakukan dengan hasil yang baik ketika melakukan survei populasi dan habitat bekantan (*Nasalis larvatus*) di Kalimantan Timur dalam periode 1990-1993. Bukan hanya bekantan, tetapi jenis primata lain seperti monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) dan lutung (*Presbytis* spp) dapat dilakukan survei menggunakan perahu di sepanjang aliran sungai.

BAB V

METODE CAPTURE MARK RECAPTURE (Tangkap-Tandai-Lepas-Tangkap kembali)

Metode capture-recapture dipakai terutama untuk satwa berukuran sedang dan kecil, baik mamalia, burung, ikan dan serangga. Untuk mamalia umumnya metode ini dipakai untuk jenis-jenis mamalia kecil dan mamalia pengerat (rodentia). Pada metode ini, dilakukan penangkapan (capture) untuk satwa yang akan diketahui populasinya, kemudian satwa yang telah tertangkap ditandai (marked) dan dilepaskan kembali. Dalam periode waktu tertentu, dilakukan penangkapan kembali (recapture).

Metode ini pertama kali dikemukakan oleh C.G.J. Peterson yang menggunakannya untuk memperkirakan populasi ikan pada tahun 1896. Metode ini kemudian digunakan juga oleh F.C. Lincoln yang menduga populasi itik liar di Amerika Utara. Kedua peneliti ini kemudian membuat suatu formula untuk pendugaan populasi satwaliar yang lebih dikenal dengan nama pendugaan Lincoln-Peterson.

Pada metode ini dilakukan setidaknya dua sampel studi. Pertama dilakukan penangkapan dan jumlah individu satwa yang tertangkap diberi notasi n_1 . Semua satwa yang tertangkap pada sample pertama diberi tanda kemudian dilepaskan kembali ke habitatnya. Kemudian selang beberapa waktu (bisa hari atau minggu) dilakukan penangkapan kedua, dimana jumlah individu satwa yang tertangkap pada penangkapan kedua ini diberi notasi n_2 , dimana sejumlah individu satwa yang tertangkap pada penangkapan kedua ini bertanda dan diberi notasi sebagai m_2 . Apabila N adalah jumlah individu satwa secara keseluruhan maka (Lincoln-Peterson estimator):

$$\frac{m_2}{n_2} = \frac{n_1}{N} \quad \text{atau } N = \frac{n_1 \cdot n_2}{m_2}$$

kemudian Lincoln-Peterson estimator ini dimodifikasi oleh Chapman (1951) untuk mengurangi bias sebagai berikut:

$$N = \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)}{m_2 + 1} - 1$$

$$\text{variance (N)} = \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)(n_1 - m_2)(n_2 - m_2)}{(m_2 + 1)^2(m_2 + 2)}$$

Beberapa asumsi yang harus dipenuhi dalam menggunakan metode ini:

1. Populasi tertutup, tidak ada penambahan (kelahiran atau imigrasi) dan pengurangan (kematian atau emigrasi) yang terjadi selama dua periode sampel studi.
2. Semua individu di dalam populasi memiliki peluang yang sama untuk tertangkap
3. Tanda yang dipasang pada satwa tidak ada yang hilang selama dilakukan studi

Asumsi 1 dapat menjadi masalah dan dilanggar apabila ternyata dalam dua periode sampel terjadi penambahan atau pengurangan populasi disebabkan adanya satwa yang lahir/imigrasi atau adanya satwa yang mati/emigrasi selama dilakukan dua sampel studi tersebut.

Asumsi ke 2 dapat menjadi masalah apabila individu-individu di dalam populasi tidak memiliki peluang yang sama untuk tertangkap. Misalnya adanya perbedaan perilaku dalam peluang tertangkap antara jantan dan betina. Satwa yang memiliki peluang tertangkap lebih besar akan tertangkap lebih sering daripada individu yang peluang tertangkapnya lebih kecil. Hal ini akan menyebabkan proporsi m_2/n_2 menjadi lebih besar, sehingga nilai N dugaan lebih kecil.

Asumsi ke2 ini juga dapat dilanggar apabila satwa menunjukkan 'respon perilaku' pada perangkap. Beberapa spesies mamalia kecil menunjukkan perilaku 'senang tertangkap, trap-happy animals', sehingga peluang tertangkap pada satwa yang telah tertangkap dan ditandai sebelumnya (n_1) lebih besar daripada satwa lainnya yang belum pernah tertangkap/ditandai. Sebaliknya beberapa spesies justru menunjukkan perilaku yang lebih waspada atau (trap-shy animals) sehingga individu-individu ini lebih sulit tertangkap kembali pada periode penangkapan kedua. N dugaan cenderung terlalu kecil pada kasus pertama, dan terlalu besar pada kasus kedua. Untuk mengantisipasi hal ini, maka dapat dilakukan metode yang berbeda dalam penangkapan pertama dan kedua, sehingga satwa tidak menunjukkan *trap-happy* atau *trap-shy*.

Pada asumsi ke 3, apabila tanda yang dipasang pada satwa hilang, sehingga satwa bertanda yang tertangkap pada penangkapan kedua, m_2 , menjadi lebih kecil, sehingga nilai populasi dugaan menjadi semakin besar. Untuk mengantisipasi hal ini, maka perlu dibuat double tanda (double mark) pada satwa.

Contoh :

Dalam inventarisasi populasi kelinci Nuttall's cottontail (*Sylvilagus nuttalli*), tertangkap sebanyak 87 ekor, kemudian ditandai dan dilepaskan kembali. Pada studi periode kedua dengan metode penghalauan, ditemukan 7 (m_2) dari 14 kelinci terdapat tanda. Populasi total kelinci dapat dihitung sebagai berikut :

Jadi:

$$n_1 = 87, n_2 = 14, m_2 = 7$$

sehingga

$$N = \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)}{(m_2 + 1)} - 1$$

$$N = \frac{(87+1)(14+1)}{(7+1)} - 1$$

$$= 164 \text{ ekor}$$

$$\text{variance (N)} = \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)(n_1 - m_2)(n_2 - m_2)}{(m_2 + 1)^2(m_2 + 2)}$$

$$= \frac{(87+1)(14+1)(87-7)(14-7)}{(7+1)^2(7+2)}$$

$$= 1288.33$$

Simpangan baku SE = $\sqrt{1288.33}$

$$= 35.89$$

$$= 35 \text{ ekor}$$

sehingga populasi total sebenarnya berkisar $164 - 2 (36)$ dan $164 + 2 (36)$

BAB VI

METODE INVENTARISASI MAMALIA SECARA TIDAK LANGSUNG

1. Jejak Kaki (*Foot Print*)

Jejak (*track*) adalah segala sesuatu yang ditinggalkan oleh satwaliar sebagai penanda/penciri kehadiran satwaliar pada tempat/habitat tertentu. Jejak tersebut dapat berupa jejak kaki, kotoran (feses), bekas makan (*feeding signs*), bekas-bekas cakaran (umumnya berbagai jenis kucing) pada batang kayu, rambut yang ditinggalkan pada batang kayu, tulang-belulang, bekas berkubang, dan bau yang ditinggalkan oleh satwa. Menghitung populasi satwaliar berdasarkan jejak termasuk metode inventarisasi tidak langsung, karena tidak langsung kontak dengan satwanya.

Metode jejak kaki biasa dipakai untuk jenis-jenis mamalia besar yang sulit dijumpai secara langsung karena populasinya yang rendah dan/atau perilaku alami satwa tersebut yang sangat pemalu dan sensitif akan kehadiran manusia, misalnya badak Jawa, badak Sumatra, Tapir, banteng dan Anoa. Jejak kaki satwaliar mengindikasikan selain populasi juga kondisi penyebaran dan kesukaan terhadap habitat tertentu.

Jejak kaki satwa biasanya tercetak jelas di lantai hutan yang memiliki substrat tanah yang lembek misalnya tanah liat, tanah berpasir di sepanjang hutan riparian, di sekitar mata air, sekitar kubangan, rawa, danau dan cerukan-cerukan air. Pada musim kemarau, jejak-jejak kaki satwa dapat dengan mudah dijumpai di sekitar sumber air dan di sepanjang sungai. Daerah lintasan satwa (koridor) di dalam hutan juga menjadi tempat yang baik untuk mendapatkan jejak yang baik

Jejak kaki satwaliar dapat diidentifikasi berdasarkan hasil cetakan menggunakan gips atau digambarkan pada kertas milimeter. Jejak kaki dibedakan atas jejak kaki depan, belakang, kiri atau kanan. Untuk berbagai jenis mamalia ungulata, pengalaman penulis menunjukkan bahwa cetakan kaki depan lebih jelas daripada kaki belakang, hal ini berhubungan dengan beban kaki depan yang lebih berat karena harus menyangga selain tubuh, juga leher dan kepala satwa sehingga kuku satwa tertanam lebih dalam sehingga meninggalkan cetakan kaki yang lebih jelas. Beberapa jenis ungulata memiliki ukuran kaki depan dan belakang yang berbeda, dimana kaki depan umumnya memiliki ukuran/dimensi (panjang dan lebar) yang lebih besar daripada kaki belakang. Hal ini dipengaruhi oleh beban kaki depan, dengan demikian beban kuku depan yang lebih besar daripada kaki belakang. Oleh karena itu pengukuran hendaknya dilakukan konsisten, apabila tidak bias jadi satwa

yang sama dapat dianggap satwa yang berbeda ketika suatu ketika mengukur kaki depan dan di lain waktu mengukur kaki belakang.

Selain beberapa keuntungan menghitung populasi dengan jejak, terdapat beberapa kelemahan:

1. Kondisi jejak sangat tergantung pada substrat, dimana pada tanah liat atau berpasir jejak dapat tercetak jelas. Tetapi pada tanah keras atau berbatu, sulit dijumpai jejak yang tercetak dengan baik di tanah.
2. Ada kemungkinan ukuran jejak pada satwa yang sama berubah, misalnya pada saat satwa berjalan secara normal ukuran jejaknya berbeda pada saat satwa berlari. Demikian pula ukuran jejak berbeda pada saat satwa berjalan turun atau menanjak, karena adanya 'sliding effect', dimana pada saat satwa berlari, cetakan kaki cenderung lebih besar daripada berjalan normal. Demikian pula pada saat satwa berjalan turun atau mendaki, jejak satwa akan berbeda ketika berjalan pada topografi tanah yang relatif datar.
3. Metode jejak sulit digunakan untuk satwa yang hidupnya berkelompok, lebih sesuai untuk satwa-satwa soliter.
4. Ada kemungkinan penghitungan ulang jejak-jejak satwa
5. Pada lantai hutan yang berumput atau terdapat serasah tebal, sulit menemukan atau mencetak jejak

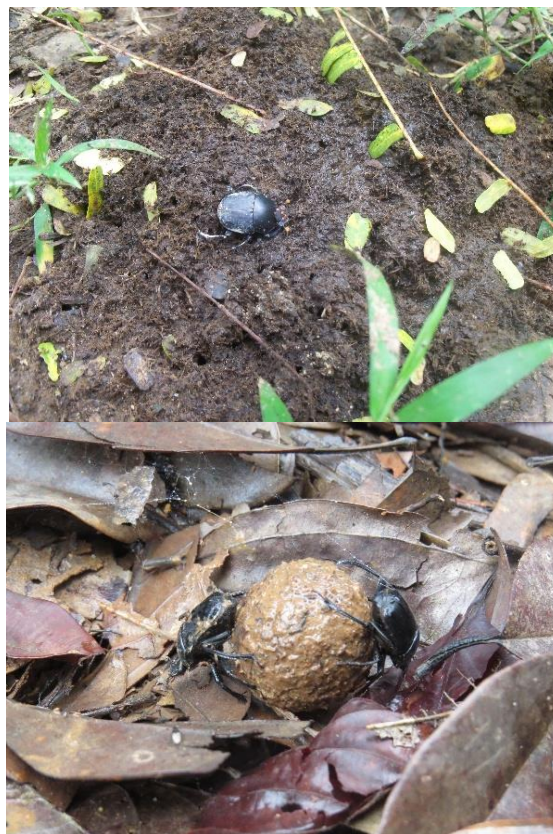
2. Kotoran (Feses)

Feses anoa yang ditemukan di lapangan perlu diketahui usianya, sudah berapa lama feses saat ditemukan. Hal ini penting untuk memperkirakan berapa hari atau berapa minggu yang lalu satwa melewati daerah ini. Setelah enam jam berlalu, biasanya feses satwa di hutan tropis dikerumuni serangga pengurai feses, yang paling sering adalah *dung beetle*, salah satu jenis serangga pengurai dan pemakan feses. Ada beberapa jenis *dung beetle*, ada yang ukurannya kecil, sedang dan besar. Berdasarkan analisis feses, penulis pernah menemukan lebih 800 individu *dung beetle* kecil hanya pada satu feses anoa (Mustari 2019)

Dung beetle menggulung atau membawa feses satwa dengan cara membentuknya terlebih dahulu menjadi bola-bola kecil seukuran kelereng atau sebesar buah lengkeng. Feses yang sudah berbentuk bulat lalu didorong ke tempat

tertentu untuk disimpan dan dimakan kemudian. Feses dibawa menjauh dari tumpukan feses utama dengan menggunakan kaki belakang. Karena itu posisi badan *dung beetle* ketika mendorong bola feses adalah dalam keadaan terbalik, kepala dan kaki depan berada dibawah. Ketika mendorong feses ke tempat yang diinginkannya, *dung beetle* dapat melakukannya sendiri atau berdua.

Selain *dung beetle* pengurai feses anoa adalah ayam hutan merah (*Gallus gallus*). Ayam hutan merah mengurai feses satwa dengan cara menggaruk berulang kali untuk mencari serangga seperti *dung beetle* dan serangga lain yang terdapat dalam feses anoa. Ayam hutan juga menggaruk dan mengurai feses untuk mencari berbagai biji tumbuhan yang kemungkinan terdapat dalam feses seperti biji buah hube (*Artocarpus dasyphyllus*), salah satu makanan kesukaan ayam hutan merah.



Gambar 1 Dekomposer feses anoa *dung beetle* berusaha mendorong dan menggulung feses yang telah dibentuknya menjadi bola-bola kecil untuk dibawa ke sarang (Foto Abdul Haris Mustari)

Feses anoa mudah dikenali karena bentuknya bersatu, menumpuk berupa

compokan seperti feses kerbau air atau sapi. Feses babirusa dan babi hutan sangat mirip ketika ditemukan di hutan, sulit dibedakan. Karena kedua jenis ungulata tersebut tidak memamahbiak (*ruminant*), fesesnya memiliki tekstur kasar, bahkan fragment sisa-sisa makanan seperti rumput dan buah kemungkinan masih dapat dikenali dengan baik pada feses itu. Selain rumput dan buah, babirusa dan babi hutan menyukai bagian tumbuhan yang banyak mengandung air yang terdapat di dalam tanah seperti akar dan umbi-umbian (*succulent*). Kadang dijumpai tumpukan feses babi hutan di perbatasan hutan dan kebun yang berdekatan dengan hutan.



Gambar 2 Feses anoa yang baru berumur 1 hari (kiri) dan feses yang sudah berumur sekitar 3 - 4 hari (kanan) (Foto Abdul Haris Mustari)



Gambar 3 Feses babi hutan sulawesi yang masih baru (kiri) dan yang sudah mengering (kanan) (Foto Abdul Haris Mustari)

3.Tempat berkubang atau mandi (*wallowing site*)

Bentuk tempat berkubang atau berendam, babi hutan dan babirusa umumnya persegi, oval atau bundar. Apabila menemukan tempat berkubang perlu dicatat ukurannya yaitu mengukur panjang, lebar dan dalam tempat berkubang. Juga perlu

dicatat apakah airnya ada sepanjang tahun atau hanya pada musim hujan. Jejak-jejak kaki dan feses satwa di sekitar tempat berkubang dapat menjadi petunjuk jenis satwa yang menggunakan tempat tersebut. Di sekitar tempat berkubang sering terdapat batang pohon tertentu yang dipakai menggosok badan (*rubbing trees*). Satwa, terutama babirusa dan babi hutan menggosok badan setelah berkubang untuk mengurangi ketebalan lapisan tanah atau lumpur yang melekat di tubuhnya. Satwa berendam untuk menghindari gigitan serangga, demikian juga dengan lapisan lumpur maka gigitan serangga pada tubuhnya dapat dihindari atau dikurangi.



Gambar 4 Tempat berkubang atau berendam anoa atau babi hutan (Foto Abdul Haris Mustari)



Gambar 5 Pohon tempat menggosok badan babi hutan setelah berendam atau berkubang (Foto Abdul Haris Mustari)

Jenis satwa yang menggunakan tempat berkubang dapat diketahui dari jejak apakah anoa, babi hutan atau babirusa. Karena itu pengenalan dan kemampuan identifikasi satwa melalui jejak kaki, feses dan jejak lain sangat diperlukan.

4. Bekas-bekas makan atau merumput (*feeding and browsing signs*)

Tumbuhan makanan satwa berupa rumput, bambu, liana, perdu, semak, atau buah. Ketika musim berbuah tumbuhan hutan tiba, pada bulan Januari - Maret dan bulan Juli-Agustus, banyak jejak kaki dan feses anoa dijumpai di sekitar pohon berbuah, terutama di bawah pohon beringin (*Ficus* spp.), konduri (*Parkia roxburghii*), dongi (*Dillenia serrata*, *D. ochreate*, *D. celebica*), rao (*Dracontomelon dao* dan *D. mangiferum*), pangi (*Pangium edule*), sukun hutan (*Artocarpus* sp.). Anoa, babi hutan sulawesi dan babirusa menyukai jenis-jenis buah tersebut. Salah satu makanan kesukaan babirusa adalah buah pangi, sehingga sering ditemukan satwa ini baik langsung maupun jejak-jejaknya di bawah pohon pangi yang sedang berbuah.

5. Tempat istirahat

Tempat tidur atau istirahat anoa dapat berupa gua horizontal dangkal, sekitar mulut gua, tebing batu, tebing tanah, akar banir, dan lubang besar pohon tumbang. Tempat istirahat anoa juga sering dijumpai di puncak-puncak bukit yang agak datar di bawah pohon atau di sekitar akar banir. Pada musim hujan anoa mencari tempat istirahat di hutan yang tanahnya relatif bersih dan kering, dan ini biasanya terdapat di puncak bukit, lokasi yang aman dari gangguan manusia. Demikian pula dengan

tempat istirahat babirusa dan babi hutan, yaitu berupa tebing, di bawah pohon berbanir, di bawah pohon palem atau rotan dimana lantai hutan relatif bersih dari tumbuhan bawah.

Setiap akan melahirkan, induk babi hutan dan babirusa membangun sarang. Bahan sarang adalah ranting, dahan, daun, tumbuhan bawah, seedling, rumput dan pelepah rotan muda atau jenis palem lain. Induk babi hutan dan babirusa menggigit semua bahan-bahan sarang tersebut dan mengumpulkannya di suatu tempat yang aman. Tumpukan material sarang berbentuk bulat atau oval dengan diameter 1,5 – 2 m, dan tebal atau tinggi sekitar 40 cm. Sarang yang masih aktif dipakai oleh babi hutan atau babirusa dapat dikenali dari bahan sarang yang masih segar, potongan-potongan ranting juga terlihat masih baru, dan bagian tengah sarang agak kempes atau tertekan ke bawah. Sarang yang terlihat kempes di bagian tengah pertanda bahwa di sarang itu sedang ada bayi babi hutan atau babirusa di dalamnya, terlindung dan tertimbun material sarang. Beban badan bayi babi hutan dan babirusa menyebabkan tumpukan material sarang terlihat kempes atau cekung di bagian tengah.

6.Tempat mengasin (*salt-lick*)

Anoa membutuhkan garam mineral untuk metabolisme tubuhnya. Karena itu anoa sering mengunjungi tempat tertentu di hutan yang mengandung kadar garam tinggi, seperti mata air yang mengandung garam, serta batuan tertentu yang mengandung garam (*rock salt*). Selain itu, anoa memenuhi kebutuhan mineralnya dengan cara menjilat tanah mangrove, kerang dan berbagai jenis rumput laut. Anoa sering mengunjungi hutan mangrove ketika air laut surut mencari makan tumbuhan mangrove seperti daun dan buah pedada (*Sonneratia* spp.), buah bakau (*Rhizophora* spp.) dan buah api-api (*Avicennia* spp.). Anoa gunung pun kadang dijumpai turun ke pantai untuk mendapatkan garam mineral. Hal ini terjadi apabila hutan pegunungan habitat anoa masih terkoneksi dengan hutan pantai dan sulit sumber garam mineral yang mungkin hanya sedikit di hutan pegunungan. Setelah mendapatkan garam mineral, anoa gunung akan kembali ke habitat aslinya pada habitat yang lebih tinggi, jauh dari pantai.

Sama halnya dengan anoa, babi hutan sering dijumpai di hutan pantai dan hutan mangrove, makan atau menjilat kerang, udang dan kepiting serta rumput laut.

Contoh anoa, babirusa dan babi hutan sering mendatangi tempat yang memiliki kadar garam dan belerang tinggi dan air hangat alami di habitatnya, seperti yang terdapat di Suaka Margasatwa Nantu, di hulu Sungai Paguyaman, Gorontalo serta di Taman nasional Bogani Nani Wartabone, Sulawesi Utara.

BAB VII

INDEKS KEANEKARAGAMAN

1. Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Ludwig dan Reynold (1998) menyatakan bahwa keanekaragaman jenis mamalia ditentukan dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon–Wiener dengan rumus :

$$H' = -\sum p_i \ln p_i; \text{ dimana } p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan: H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

n_i = Jumlah individu setiap jenis

N = Jumlah individu seluruh jenis

Untuk menentukan keanekaragaman jenis mamalia, maka digunakan klasifikasi nilai indeks keanekaragaman Shanon-Wieners seperti tabel 1 berikut :

Klasifikasi nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Nilai indeks Shanon-Wiener	Kategori
> 3	Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tinggi dan kestabilan komunitas tinggi
1 – 3	Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies sedang dan kestabilan komunitas sedang
< 1	Keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap spesies rendah dan kestabilan komunitas rendah

2. Indeks Kekayaan Jenis (Dmg)

Kekayaan jenis mamalia dihitung dengan menggunakan metode Margalef (Ludwig & Reynolds, 1998). Persamaan untuk menemukan jumlah

kekayaan jenis adalah $Dmg = \frac{S-1}{\ln(N)}$

Keterangan: Dmg = Indeks Margalef

N = Jumlah Individu seluruh jenis

S = Jumlah jenis mamalia

3. Indeks Kemerataan Jenis (E)

Ludwig dan Reynold (1998) menyatakan bahwa proporsi kelimpahan jenis mamalia dihitung dengan menggunakan indeks kemerataan yaitu :

$$E = H' / \ln S$$

Keterangan : J' = Indeks kemerataan

H' = Indeks keanekaragaman jenis

S = jumlah jenis

Penentuan indeks kemerataan ini berfungsi untuk mengetahui kemerataan setiap jenis mamalia dalam areal pengamatan yang ditentukan, sehingga dapat diketahui keberadaan dominansi jenis mamalia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, DR. and RS. Pospahala. 1970. Correction of bias in belt transect studies of immotile objects. *J. Wildl. Manage.* 34(1): 141–146.
- Arnold, TW. 1994. A roadside transect for censusing breeding coots and grebes. *Wildl.Soc.Bull.* 22:437-443.
- Aziz, KA. 1989. *Teknik Penarikan Contoh Populasi Biologis*. Bahan Pengajaran. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 1992. Pedoman Teknis Inventarisasi Satwaliar. Badan Litbang Kehutanan, Departemen Kehutanan. Jakarta. 41p.
- Bibby, C., M. Jones dan S. Marsden. 2000. *Teknik-teknik Ekspedisi Lapangan: Survey Burung*. BirdLife International Indonesia Programme. Bogor.
- Bibby, CJ., ND. Burgess and DA. Hill. 1992. *Bird Census Techniques*. Academic Press Limited. London.
- Blower, JG., L.M. Cook and JA. Bishop. 1981. *Estimating the Size of Animal Population*. George Allen & Unwin Ltd. London. 128p.
- Burnham, KP., DR. Anderson and JL. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildl. Monogr* 72: 202pp.
- Burnham, KP., DR. Anderson and JL. Laake. 1985. Efficiency and bias in strip and line transect sampling. *J. Wildl. Manage.* 49(4): 1012–1018.
- Caughley, G. 1974. Bias in aerial survey. *J. Wildl. Manage* 38(4):921–933.
- Caughley, G. 1977. *Analysis of Vertebrate Populations*. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons. London.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling Techniques*. Third Edition. John Wiley & Sons. New York.
- Cochran, W.G. 1991. *Teknik Penarikan Contoh*. UI-Press. Jakarta
- Coulson, GM. and JA. Raines. 1985. Methods for small-scale survey of grey kangaroo population. *Aust. Wildl. Res.* 12:119-125.
- Daniel, WW. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan (Terjemahan)*. PT Gramedia. Jakarta.
- Direktorat Jenderal PHPA. 1984. Pedoman Teknik Inventarisasi Burung, Reptilia dan Mamalia (Lanjutan). Proyek Pembinaan Kelestarian Sumber Daya Alam Hayati Tahun 1982/1983. Ditjen PHPA, Departemen Kehutanan. Bogor.
- Doody, S. J. 1995. A photographic mark-recapture method for patterned amphibians. *Herpetological Review* 26(1): 19-20.
- Eaton, S. T. 2000. Harmonic radar: A new method for tracking amphibians. R. Alford. Nova Scotia.
- Eberhardt, LL. 1980. Comments on transect methodology. *In: FL. Miller, A. Gunn and SR. Hieb (Eds) Symposium on Census Methods for Populations and Habitats*. Univ. Idaho For. Wildl. and Range Exp. Stn. Contrib. 217. p 17–39.
- Engelstoft, C., K. Ovaska and N. Honkanen. 1999. The harmonic direction finder: A new method for tracking movements of small snakes. *Herpetological*

Review 30(2): 84-86.

- Esser, JD. 1982. Consecutive ground counts of ungulates as a means to assess and monitor population size in West African savanna woodland in Cameroon. *Trans. Intern. Congr. Game Biol.* 14:417-423.
- Guthery, FS. 1988. Line transect sampling of bobwhite density on rangeland: Evaluation and recommendations. *Wildl. Soc. Bull* 16: 193-203.
- Harris, RB. 1986. Reliability of trend lines obtained from variable counts. *J. Wildl. Manage.* 50(1): 165-171.
- Hero, J.-M. 1989. A simple code for toe clipping anurans. *Herp Review* 20(3): 66-67.
- Hestbeck, JB. and RA. Malecki. 1989. Mark-resight estimate of Canada goose midwinter number. *J. Wildl. Manage.* 53(3):749-752.
- Heyer, W.R. M.A. Donnelly; R.W. McDiarmid, L.C. Hayek, and M.S. Foster. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians.* Smithsonian Institution Press. Washington. 364 p.
- Holmes, D. dan S. Nash. *Burung-burung di Sumatera dan Kalimantan.* LIPI-Seri Panduan Lapangan. Vogelbescherming Nederland, Puslitbang Biologi-LIPI dan BirdLife International Indonesia Programme. Bogor.
- Hone, J. 1988. A test of the accuracy of line and strip transect estimators in aerial survey. *Aust. Wildl. Res.* 15:493-497.
- Johnson, SE. and DJ. Overdorff. 1999. Census of brown lemurs (*Eulemur fulvus* spp.) in Southeastern Madagascar: Methods-testing and conservation implications. *Am. J. Primatol.* 47:51-60.
- Kenyon, N., A. D. Phillott and R. A. Alford. 2009. Evaluation of the photographic identification method (pim) as a tool to identify adult litoria genimaculata (anura: Hylidae). *Herpetological Conservation and Biology* 4(3): 403-410.
- Krebs, CJ. 1978. *Ecology : The experimental analysis of distribution and abundance.* Second Edition. Harper International Edition, Harper & Row Publishers. New York. p:135-141.
- Kufeld, RC., DC. Bowden and DL. Schrupp. 1987. Estimating mule deer density by combining mark-recapture and telemetry data. *J. Mamm.* 68(4):818-825.
- Kuhnz, L. A. 2000. Passive integrated transponders as a method for relocating legless lizards in underground habitats. In: (eds) *Technical methods for wildlife:* 509-515 pp.
- Kusrini, M. D. 2009. *Pedoman penelitian dan survey amfibi di alam.* Cetakan pertama. Pustaka Media Konservasi. Bogor. 132 pp.
- Legler, J. M. and L. J. Sullivan. 1979. The application of stomach-flushing to lizards and anurans. *Herpetologica* 35(2): 107-110.
- Lövei, G. L., I. A. N. Stringer, C. D. Devine and M. Cartellieri. 1997. Harmonic radar - a method using inexpensive tags to study invertebrate movement on land. *New Zealand Journal of Ecology* 21(2): 187-193.

- Measuring and monitoring biological diversity; standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Moroney, MJ. 1984. The Data Bases of Wildlife Management. *In* : J.A. Bailey. 1984. Principles of Wildlife Management. John Wiley & Sons. New York. p:306-332.
- Moulton, C. A., W. J. Fleming and B. R. Nerney. 1996. The use of pvc pipes to apture hylid frogs. *Herpetological Review* 27(4): 186-187.
- Mustari AH. 2019. Ekologi, Perilaku, dan Konservasi Anoa. IPB Press.
- Mustari AH. 2020. Manual Identifikasi dan Bio-Ekologi Spesies Kunci di Sulawesi. IPB Press.
- Norton Griffiths. 1975. Counting Animals. African Wildlife Leadership Foundation. Kenya
- Odum, EP. 1971. Fundamental of Ecology. W.H. Freeman and Co. San Fransisco.
- Patto, C. E. G. 1998. A simple stomach flushing method for small frogs. *Herpetological Review* 29(3): 156-157.
- Payne, J., CM. Francis, K. Phillipps, dan SN. Kartikasari. 2000. Panduan Lapangan: Mamalia di Kalimantan, Sabah, Sarawak & Brunei Darussalam. Wildlife Conservation Society Indonesia Program. Bogor.
- Perrins, C.M., Birkhead, T.R. 1983. Avian Ecology. Blackie, Glasgow.
- Poole, RW. 1974. An Introduction to Quantitative Ecology. McGraw-Hill, Inc. New York. p:293-325.
- Rosenbaum, B., TG. O'Brien, M. Kinnaird and J. Supriatna. 1998. Population densities of sulawesi crested black macaques (*Macaca nigra*) on Bacan and Sulawesi, Indonesia: Effects of habitat disturbance and hunting. *Am. J. Primatol.* 44:89–106.
- Schneider, JP. 1994. Potential predictors of numbers of Canada goose nests from aerial survey. *Wildl. Soc. Bull.* 22:431-436.
- Seber 1982. The Estimation of animal abundance & related parameters. 2nd ed. Edward Arnold. London
- Seber, GAF. 1982. *The Estimation Animal Abundance and Related Parameters*. Second Edition. Charles Griffin & Company Ltd. London.
- Sinclair ARE, JM Fryxell, G Caughley. 2006. Wildlife ecology, conservation and management (second edition). Blackwell Publishing. UK
- Staines, BW. and PR. Ratcliffe. 1987. Estimating the abundance of red deer (*Cervus elaphus* L.) and their current status in Great Britain. *Symp. Zool. Soc. Lond.* No. 58: 131–152.
- Steven, SS. 1946. On the theory of scales of measurement. *Science* 103 : 677 – 680.
- Sutherland, W.J (Ed.). 1996. Ecological census technique. Cambridge University Press. Cambridge.
- Sutherland, W.J (Ed.). 1996. Ecological census technique. Cambridge University Press. Cambridge.
- Sutherland, W.J. 2000. The conservation handbook: Research, management and policy. Blackwell Science Ltd. Oxford.
- Sutherland, W.J. 2000. The conservation handbook: Research, management and policy. Blackwell Science Ltd. Oxford.

- Tarumingkeng, RC. 1994. *Dinamika Populasi: Kajian ekologi kuantitatif*. Pustaka Sinar Harapan dan Universitas Kristen Krida Wacana. Jakarta. 284p.
- Taylor, J. and L. Deegan. 1982. A rapid method for mass marking of amphibians. *Journal of Herpetology* 16(2): 172-173.
- Thohari, AM. 1995. Teknik monitoring keanekaragaman satwaliar. Bahan kuliah Pelatihan Teknik Monitoring Biodiversity di Hutan Tropika Indonesia. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Vaughan, T.A. 1978. *Mammalogy*. Sec Ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia.
- Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistik*. Jakarta. PT. Gramedia Pustidaka Utama
- Wilson, D.E., F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran and M.S. Foster (Eds.). 1996. *Measuring and monitoring biological diversity; standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Wilson, D.E., F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran and M.S. Foster (Eds.). 1996.
- Wolfe, ML. and JF. Kimball. 1989. Comparison of bison population estimates with a total count. *J. Wildl. Manage.* 53(3):593-596.
- Woodbury, A. M. 1956. Uses of marking animals in ecological studies: Marking amphibians and reptiles. *Ecology* 37(4): 670-674.