

Analisa sederhana dalam ekologi hidupanliar

Oleh:
Nurul L. Winarni

Dalam ekologi terkait berbagai istilah mulai dari ekosistem, komunitas, kelimpahan, species, dan lain-lain. Bayangkanlah diri kita berjalan di hutan, dan kita akan bertemu dan bahkan menjadi bagian dari berbagai istilah tersebut di atas. Kita akan melihat bahwa hutan dipengaruhi oleh berbagai struktur seperti pepohonan, pancang (sapling), bukaan kanopi, dan sebagainya. Belum lagi dengan berbagai species yang menempatinnya yang mempunyai kebutuhan tersendiri terhadap tempat hidupnya. Sama halnya dengan kita melakukan survey atau penelitian ekologi dan kita melihat berbagai hal tersebut di atas yang dapat menjadi parameter dalam penelitian kita. Ada banyak yang dapat kita ukur, namun bagaimana agar parameter yang kita ukur dapat menjawab pertanyaan kita?

Survey awal dalam ekologi hidupanliar biasanya meliputi 2 pertanyaan saja, yaitu dimana dan ada berapa. Pertanyaan pertama menyangkut dimanakah species berada atau dalam kata lain distribusi/sebaran species, dan yang kedua menyangkut bagaimana kelimpahannya. Pertanyaan ini dapat diterapkan pada komunitas maupun species.

Distribusi atau sebaran species sangat tersangkut pada istilah diversity (keragaman), abundance (kelimpahan), dan species richness (kekayaan jenis). Pertanyaan-pertanyaan tentang 3 hal tersebut adalah langkah awal dalam survey inventarisasi dan monitoring. Jadi, suatu proses inventarisasi tidak hanya menghasilkan suatu daftar jenis dari satwa atau tumbuhan di satu tempat tertentu tetapi menghasilkan suatu informasi yang padat dan dapat berguna bagi pengelolaan kawasan ataupun penelitian selanjutnya.

Ada banyak cara analisa yang dapat dilakukan, mulai dari cara yang paling sederhana hingga uji-uji statistik rumit yang hanya dapat melibatkan para ahli statistik. Kali ini kita tidak akan berbicara tentang hal-hal yang rumit tetapi mencoba mulai dari hal-hal yang sederhana dan praktis untuk pelaporan. Materi dibagi menjadi 3 bagian yaitu: (1) Diversity, abundance, dan species richness, (2) Pengenalan statistika dasar, (3) Presentasi dalam grafik dan tabel

Diversity, abundance, dan species richness

Definisi diversity (keanekaragaman) seringkali dianggap agak sulit karena sifatnya yang kompleks. Namun, yang patut diingat, diversity melingkupi 2 komponen yaitu species apa saja yang terdapat dan kelimpahan species tersebut (jumlah individu tiap species). Jadi, harap dipastikan bahwa survey kita tidak hanya mencatat jenis tetapi juga berapa individu species tersebut. Pengukuran species diversity umumnya menggunakan indeks yaitu suatu nilai tunggal yang menggambarkan suatu keadaan secara sederhana. Secara praktis, jika kita melakukan survey di beberapa lokasi, maka nilai indeksnya dapat dibandingkan untuk mengetahui bagaimana perbedaan keanekaragaman di lokasi-lokasi tersebut.

Beberapa indeks species diversity yang umum digunakan:

1. Indeks species richness (Margalef's index)
2. Shannon's index
3. Simpson index

Meskipun terdapat beberapa indeks yang menyangkut species richness, Margalef's index adalah yang paling sederhana. Namun, yang patut diingat adalah, proporsi kelimpahan jenis tidak diperhitungkan.

Margalef's Index: $D_m = (S-1)/\ln N$

Di mana D_m adalah diversity, S adalah jumlah species, dan N adalah jumlah total individu seluruh species dalam sample

Shannon-Wiener's Index $H' = - \sum p_i \ln p_i$

Di mana H' = nilai index Shannon-Wiener dan p_i = proporsi dari tiap species i . Jadi, H' adalah jumlah dari seluruh $p_i \ln p_i$ untuk semua species dalam komunitas. Jika komunitas hanya memiliki 1 species, maka $H' = 0$. Semakin tinggi nilai H' mengindikasikan semakin tinggi jumlah species dan semakin tinggi kelimpahan relatifnya. Nilai indeks Shannon biasanya berkisar antara 1.5 – 3.5, dan jarang sekali mencapai 4.5.

Meskipun Shannon-Wiener's index sudah menyertakan evenness dalam perhitungannya, namun evenness dapat dihitung secara terpisah menggunakan nilai H_{\max} (maksimum diversity). Dengan demikian Evenness adalah:

$$E = H'/H_{\max} = H'/\ln S$$

Simpson's index (indeks dominansi)

$$D = \frac{\sum (n_i(n_i - 1))}{N(N-1)}$$

Species abundance model (kurva rank species/kurva kelimpahan species)

Data-data hasil survey atau monitoring keanekaragaman hayati jika diurutkan dapat memberikan gambaran kelimpahan species. Beberapa jenis akan sangat melimpah, sementara sejumlah lainnya hanya ditemukan sesekali atau dengan jumlah individu yang kecil pula. Dengan demikian, jika kita melakukan survey di beberapa tempat, maka kita akan dapat membandingkan komunitas di tempat tersebut dengan mengurutkan kelimpahannya dan memplotkan dalam bentuk grafik garis (line chart). Kurva rank species memberikan alternatif cara membandingkan species diversity secara visual.

Yang diperlukan dalam menggambarkan kurva ini adalah:

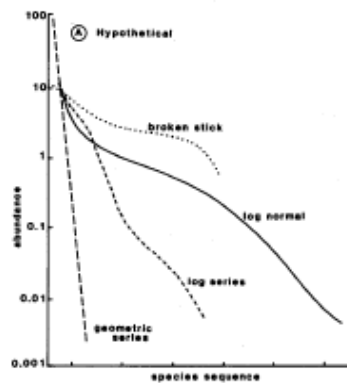
1. x-axis = ranking dari kelimpahan species
2. y-axis = proporsi kelimpahan (nilai ditransformasi ke dalam bentuk \log_{10})

Model-model kurva kelimpahan species:

1. Geometri
2. Log-series
3. Log-normal distribution
4. Broken stick

Pengembangan dari kurva kelimpahan species telah dilakukan berbagai ilmuwan. Salah satunya dilakukan oleh Hill & Hamer dari penelitian mereka tentang kupu-kupu di Sumba dan Maluku. Mereka menyatakan bahwa kurva kelimpahan species dapat digunakan untuk melihat apakah suatu daerah terganggu atau tidak. Daerah yang terganggu kurvanya biasanya mengikuti log-series model sedangkan daerah tidak terganggu mengikuti log-normal. Apakah kita dapat menemukan hal yang sama di BBS?

Species Abundance Models (Whittaker Plots)



Kurva akumulasi species

Cara lain untuk menggambarkan species richness secara visual adalah dengan menggambarkan kurva akumulasi species. Dasar kurva ini adalah kurva species-area yang menjelaskan bahwa dengan bertambahnya area, maka species yang ditemukan akan lebih banyak. Pada kurva akumulasi species, diasumsikan bahwa dengan bertambahnya sample (waktu, pengulangan, daftar jenis), maka species yang ditemukan akan bertambah sampai pada suatu waktu tidak ada penambahan lagi dan kurva akan mendatar (asymptote). Bentuk kurva yang mendatar dapat diartikan bahwa secara relatif semua species yang ada di daerah tersebut telah ditemukan.

Kurva ini juga dapat memberikan gambaran apakah sample yang kita lakukan sudah cukup atau belum. Bentuk kurva yang masih bergerak naik menunjukkan bahwa kita masih harus menambah sample untuk dapat mencatat seluruh species yang ada.

Kurva akumulasi species dapat diterapkan pada data yang diperoleh dari berbagai metode. Penggunaan paling umum adalah pada data 20-species list (daftar jenis 20 species) yang dikembangkan oleh MacKinnon.

Statistik Sederhana

Ada banyak sekali perhitungan statistik yang fungsinya membantu kita (bukan menakut-nakuti kita) memahami data yang diperoleh. Di bawah ini hanyalah sebagian kecil dari statistika yang penggunaan dan interpretasinya cukup mudah dilakukan. Rumus-rumus yang tertera adalah rumus dasar yang wajib saya berikan namun keseluruhan pengerjaan komputasi dapat dilakukan dengan perangkat lunak SPSS atau bahkan dengan Excel.

Statistik deskriptif

Statistik deskriptif yang meliputi mean (rata-rata), median (nilai tengah), modus (nilai yang paling sering muncul) adalah jenis statistik yang membantu menggambarkan data yang diperoleh.

Statistik inferensial

Dalam statistik inferensial, kita mencoba mengambil kesimpulan dari data yang diperoleh dalam bentuk mengetahui ada beda atau tidak dari hipotesa kita, mencari hubungan dari dua atau lebih data yang berbeda, membuat prediksi atau probabilitas dari satu data terhadap data yang lain. Statistik inferensial meliputi segala uji statistik.

T-Test

Bila kita hanya memiliki 2 set data yang akan kita bandingkan rata-ratanya, maka kita dapat menggunakan t-test untuk melihat apakah ada beda nyata di antara 2 rata-rata data set tersebut. Kita akan menguji apakah data kita cukup baik untuk menolak H_0 .

H_0 adalah hipotesa nol yaitu TIDAK ADA beda antara 2 rata-rata atau bila TIDAK ADA hubungan antara 2 hal dan lain-lain. Hipotesa nol adalah pernyataan tentang hal negatif atau kurang.

H_a (atau H_1) adalah hipotesa alternatif yaitu menyatakan adanya perbedaan, perubahan, hubungan dan lain-lain.

Kita tidak dapat 100% yakin untuk menolak H_0 , maka dalam statistik kita menolaknya dengan 95% keyakinan (tingkat keyakinan yang cukup tinggi). Atau dengan kata lain, akan ada 5% ($\alpha = 0.05$) kemungkinan bahwa kita salah untuk menolaknya. Kadang-kadang kita ingin lebih yakin lagi dengan menggunakan $\alpha = 0.01$. Nilai α 0.05 dan 0.01 adalah standar yang umum dipakai dalam uji statistik.

Rumus t test:

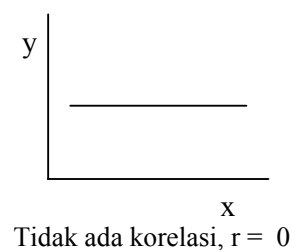
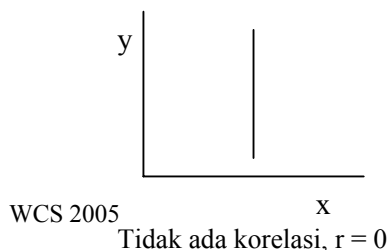
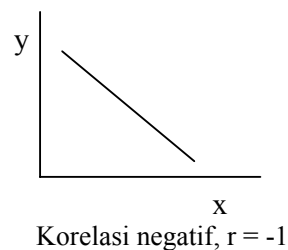
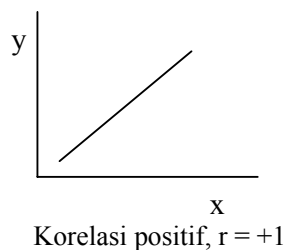
$$T = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{s_1^2/N_1 + s_2^2/N_2}}$$

Hitung t kemudian lihat dari t tabel, bila t hasil lebih besar daripada t tabel maka dapat dikatakan ada beda nyata antara 2 rata-rata yang kita uji tersebut.

Regresi dan korelasi

1. Korelasi

Mengukur intensitas suatu hubungan asosiasi antara 2 set data (variable) x dan y. Koefisien korelasi (r) bervariasi antara +1 (korelasi positif penuh/kuat), sampai dengan 0 (tidak ada hubungan) dan -1 (korelasi negatif penuh/kuat), dan bukan merupakan ukuran perubahan kuantitatif suatu variabel akibat variabel lainnya.



Rumus penghitungan r:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(n-1)S_x S_y}$$

Lihat r pada tabel koefisien korelasi pada $P=0,05$ dan derajat bebas $df=(n-2)$, di mana n adalah jumlah pasangan data set x dan y. Bila nilai r lebih besar daripada nilai dalam tabel, maka hipotesa nol (H_0) yaitu tidak ada asosiasi antara x dan y, dapat ditolak.

2. Regresi

Suatu analisa untuk memprediksi nilai suatu dependent variabel (y) berdasarkan nilai independent variabel (x). Misalnya, kita ingin memprediksi berat harimau (y) dari panjang ekornya (x). Ini dapat dilakukan dengan menggunakan analisa regresi. Analisa regresi akan mengkalkulasi 'best fit line' yang mem-plot nilai y yang diharapkan untuk setiap nilai x yang diketahui.

Rumus fitted line: $y = mx + b$

Di mana b adalah nilai y pada $x=0$ (disebut intercept) dan m adalah perubahan pada y di setiap unit perubahan pada x (disebut slope).

$$m = \frac{n\sum(xy) - \sum x \sum y}{n\sum(x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{\sum y - m \sum x}{n}$$

$$r = \frac{n\sum(xy) - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum(x^2) - (\sum x)^2][n\sum(y^2) - (\sum y)^2]}}$$

Untuk melihat apakah tiap perubahan pada x (atau y) secara nyata berkorelasi dengan perubahan pada y (atau x), maka m harus berbeda nyata dari 0, $m=0$ mengindikasikan bahwa tidak ada korelasi antara x dan y. Perbedaan nyata dapat diketahui dengan melihat r table seperti telah dijelaskan pada bagian tentang korelasi. Bila secara statistik nyata, maka nilai y (atau x) dapat secara nyata diprediksi dari nilai x (atau y). Sama seperti korelasi, nilai r berkisar antara 0 – (+1) atau (-1) dan umumnya dilihat dari nilai R^2 (sama dengan nilai r^2).

ANOVA (Analysis of Variance)

ANOVA seringkali disebut sebagai F-test dan sangat berhubungan dengan T-test. Perbedaannya adalah T-test mengukur perbedaan antara means dari 2 kelompok sedangkan ANOVA mengukur perbedaan means lebih dari 2 kelompok. Uji ANOVA kemudian diteruskan dengan uji perbandingan berganda (post-hoc comparison atau multiple comparison test) untuk melihat kelompok mana yang berbeda. Perbandingan post-hoc yang sering digunakan adalah Tukey dan Duncan yang penggunaannya disesuaikan dengan kehendak kita.

Bentuk data dan pengerjaannya seperti di bawah ini:

Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4	Kolom 5	Kolom 6
Data A	Data B	Data C	A ²	B ²	C ²
∑ data A	∑ data B	∑ data B	(∑ data A) ²	(∑ data B) ²	(∑ data B) ²
Mean A	Mean B	Mean C			

$$SS_T = \sum x^2 - \frac{(\sum x_T)^2}{N}$$

$$SS_b = \sum \frac{(\sum x_i)^2}{n} - \frac{(\sum x_T)^2}{N}$$

$$SS_w = SS_T - SS_b$$

$$df_b = (\text{number of groups} - 1)$$

$$df_T = (\text{number of subjects} - 1)$$

$$df_w = df_T - df_b$$

$$MS_b = \frac{SS_b}{df_b}$$

$$MS_w = \frac{SS_w}{df_w}$$

$$F = \frac{MS_b}{MS_w}$$

Presentasi dalam grafik dan tabel

Intinya adalah bagaimana menampilkan data kita dalam bentuk grafik yang ‘dapat bercerita’ dan memberikan gambaran hasil penelitian kita. Software yang paling sederhana adalah Excel yang memberikan berbagai pilihan bentuk grafik. Perangkat ini juga sangat membantu dalam mensintesa hasil data kita seperti fungsi perhitungan, pivot table, dsb. Pemakaian grafik dan table memang berkesan sederhana dan mudah, namun ada hal-hal tertentu yang patut menjadi perhatian agar grafik dan table dapat memberikan gambaran akan data yang kita peroleh dan memudahkan pembaca memahaminya. Pada saat uji statistik memberikan hasil signifikan atau tidak signifikan, grafik atau table menjadi data yang mendukung hasil tersebut.

Langkah-langkah pengerjaan:

1. Identifikasi data yang ingin ditampilkan. Hal ini selalu mengacu pada data awal yang dimiliki, misalnya species, jumlah individu, waktu (jam, hari, bulan, tahun), lokasi, data-data parameter vegetasi, dan lain-lain.
2. Organisasi data. Siapkan data anda sebelum membuat grafik atau table. Tabel dasar biasanya tidak ditampilkan sepenuhnya pada laporan, tetapi ditampilkan dalam bentuk singkat.
3. Data-data yang umum ditampilkan adalah rata-rata, count, jumlah (sum), proporsi, persentase, standar deviasi atau standard error. Pivot table pada Excel dapat sangat membantu dalam mensintesa data.

Yang umum ditampilkan pada tabel:

- Daftar jenis species (species, lokasi, kelimpahan relatif)

- Tampilan hasil pengukuran (nilai rata-rata) dan standar error/standar deviasi (penting untuk melihat seberapa baik data kita)

Beberapa tipe grafik dan fungsinya dalam wildlife ecology

<i>Chart type</i>	<i>Fungsi</i>
Histogram	Distribusi data
Pie	Species rank abundance
Line	Tampilan dalam bentuk persentase
	Species accumulation
	Species rank abundance
Scatter plot	Membandingkan data
	Hubungan 2 variable
	Memetakan data posisi (x-y)

Referensi:

Dowdy, S., and S. Wearden 1991. Statistics for research. John Wiley & Sons, New York.

Hill, J.K., K.C. Hamer, L.A. Lace, and W.M.T. Banham. 1995. Effects of selective logging on tropical forest butterflies. *Journal of Applied Ecology* 32: 754-760.

Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Cambridge University Press, Cambridge: x + 179 pp.

Dan beberapa website statistik seperti:

<http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/anova.htm>

<http://academic.uofs.edu/departments/psych/methods/cannon99/level2b.html>

<http://www.georgetown.edu/departments/psychology/researchmethods/statistics/inferential/ttestind.htm>