

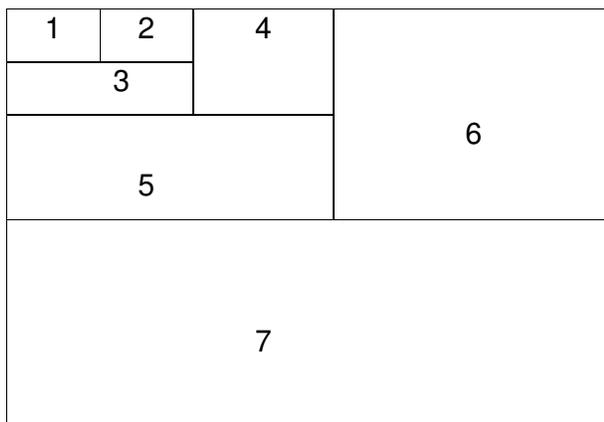
## PENGUKURAN BIODIVERSITAS

### Diversitas vegetasi

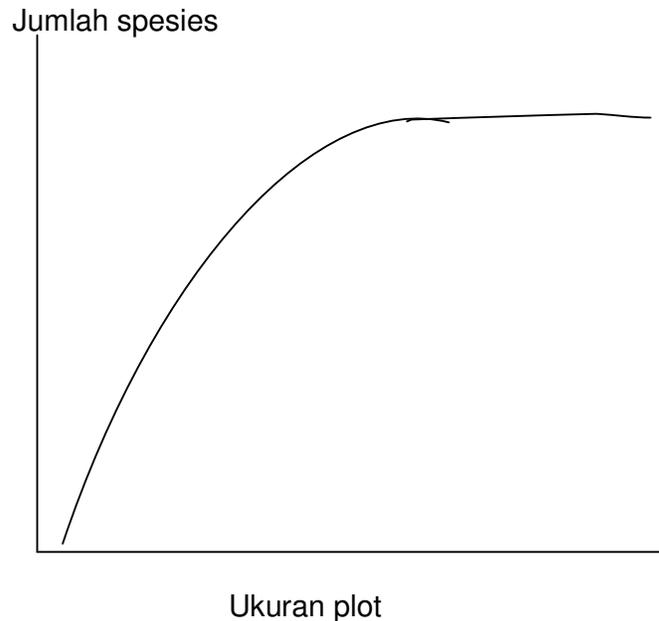
Untuk mengkaji struktur dan komposisi komunitas vegetasi, pembuatan sampel plot biasanya dilakukan. Dalam hal ini ukuran plot, bentuk, jumlah plot, posisi plot dan teknik analisis perlu dipertimbangkan dengan hati-hati. Ukuran plot tergantung pada ukuran tumbuhan, jenis tumbuhan, kerapatan tumbuhan, diversitas spesies, tingkat heterogenitas jenis tumbuhan dan tujuan pengukuran diversitas.

Salah satu cara untuk menentukan ukuran dan jumlah plot sampel adalah dengan menggunakan Area kurve spesies, yang pada prinsipnya mengikuti prosedur sbb:

1. Buat plot sampel berukuran 1 x 1 m<sup>2</sup> atau dalam bentuk lingkaran dengan radius 0,56 m.
2. Catat semua spesies yang ditemukan di dalam plot 1 (PS-1)
3. Buat plot sampel kedua dengan ukuran 2 kali ukuran plot sampel pertama (2 x PS1) dan catat semua spesies di dalam plot.
4. Buat plot sampel ketiga (PS-3) dengan ukuran 2 x PS-2, catat semua spesies di dalam plot, dan seterusnya sampai jumlah spesies relatif stabil.
5. Penambahan ukuran plot dihentikan bila tambahan jumlah spesies kurang dari 10 %.
6. Buat kurve di mana sumbu X sebagai ukuran plot dan sumbu Y sebagai jumlah spesies. Ukuran plot sampel minimal diperoleh bila kurve mulai mendatar.



**Gambar 1.** Pelipatan ukuran plot



Bentuk plot juga penting untuk dipertimbangkan. Ada tiga macam bentuk plot: lingkaran, persegi (kuadrat square) dan empat persegi panjang (rectangular). Untuk analisis vegetasi bentuk lingkaran lebih akurat dan biasanya dipergunakan untuk mengukur komunitas rumput, herba dan semak. Bentuk persegi panjang lebih efisien dibanding persegi bila untuk mengukur perubahan gradien lingkungan.

Ukuran plot yang direkomendasikan

No.	Tipe vegetasi	Ukuran plot
1.	Komunitas briofita dan lumut	0,5 x 0,5 m
2.	Padang rumput dan kerangas kerdil	1 x 1 m atau 2 x 2 m
3.	Kerangas, herba tinggi, komunitas padang rumput	2 x 2 m atau 4 x 4 m
4.	Belukar, belukar berpohon	10 x 10 m
5.	Hutan	
	a. tingkat pohon	20 x 20 m atau 50 x 50m
	b. tingkat tiang	10 x 10 m
	c. tingkat pancang	5 x 5 m
	d. tingkat semai	2 x 2 m, 1x1m atau 2x5m

Keterangan:

Semai: juvenil, tinggi < 1,5m

Pancang: juvenil, tinggi 1,5 m dan diameter < 10 cm

Tiang: pohon kecil dengan diameter antara 10-19 cm

Pohon: tumbuhan berkayu dengan diameter  $\geq$  20 cm

## Parameter vegetasi dan perhitungannya

$$\text{Kerapatan spesies (D)} = \frac{\text{Jumlah individu spesies A}}{\text{Ukuran plot sampel}}$$

$$\text{Kerapatan relatif (DR)} = \frac{\text{Kerapatan spesies A}}{\text{Kerapatan spesies total}}$$

$$\text{Frekuensi spesies (F)} = \frac{\text{Jumlah plot spesies A ditemukan}}{\text{Jumlah total plot}}$$

$$\text{Frekuensi relatif (FR)} = \frac{\text{Frekuensi spesies A}}{\text{Frekuensi total spesies}}$$

$$\text{Dominansi spesies (Do)} = \frac{\text{Luas bidang dasar spesies A}}{\text{Ukuran plot}} \quad (\text{untuk pohon, tiang, pancang})$$

$$= \frac{\text{Proyeksi luas tajuk}}{\text{Luas plot}} \quad (\text{untuk semai dan tumbuhan bawah})$$

$$\text{Dominansi relatif (DoR)} = \frac{\text{Dominansi spesies A}}{\text{Dominansi total spesies}} \times 100 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Indeks nilai penting} &= \text{DR} + \text{FR} + \text{DoR} \\ &= \text{DR} + \text{FR} \quad (\text{untuk tumbuhan bawah}) \end{aligned}$$

## Indeks diversitas (flora dan fauna)

### Jumlah spesies

Ukuran diversitas spesies yang paling sederhana adalah jumlah spesies (S) yang terdapat per unit area. Terdapat dua kelemahan utama dalam menggunakan jumlah spesies sebagai ukuran diversitas. Pertama, ini merupakan ukuran yang tidak ditimbang karena tidak mempertimbangkan kelimpahan relatif spesies yang ada. Sebagai contoh, suatu komunitas terdiri dari 97 individu dari 1 spesies dan 1 individu masing-masing dari 3 spesies

seharusnya memiliki indeks diversitas yang lebih rendah daripada komunitas terdiri dari 4 spesies masing-masing terdiri dari 25 individu (meskipun keduanya terdiri dari 4 spesies dan 100 individu). Yang kedua, jumlah spesies tergantung pada ukuran sampel.

### Indeks Simpson

Indek diversitas Simpson untuk suatu sampel tak berhingga adalah:

$$SI = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

di mana S= jumlah spesies total dalam sampel, p =proporsi spesies ke i dalam komunitas ( $n_i / N$ ); p berkisar dari 0,0 sampai 1,0; N= jumlah total individu dalam populasi,  $n_i$  = jumlah individu dari spesies ke i.

Untuk sampel yang berhingga,

$$SI = \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Seperti dirumuskan di atas, Indeks Simpson berbanding terbalik dengan heterogenitas, yaitu nilai indeks menurun bila diversitas meningkat atau sebaliknya. Untuk memudahkan memahaminya, maka lebih baik bila nilai indeks yang lebih tinggi berkaitan dengan diversitas yang lebih tinggi pula atau sebaliknya. Untuk tujuan ini Indeks Simpson perlu dikurangkan dari nilai yang paling maksimum (1).

Jadi untuk sampel yang dianggap sebagai sampel acak untuk populasi besar tak berhingga, maka indeks Simpson menjadi:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Untuk populasi berhingga:

$$D' = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Berikut adalah contoh untuk menghitung diversitas indeks spesies:

Spesies	Individu ( $n_i$ )	Proporsi ( $p_i$ )	$p_i^2$
1	50	0,50	0,250
2	30	0,30	0,090
3	15	0,15	0,023
4	5	0,05	0,003

Total (N)= 100

**Contoh 1:** Indeks Simpson (D) untuk sampel tak berhingga

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$
$$= 1 - [(0,50)^2 + (0,30)^2 + (0,15)^2 + (0,05)^2]$$
$$= 1 - (0,250 + 0,090 + 0,023 + 0,003)$$
$$= 0,634$$

**Contoh 2:** Indeks Simpson (D') untuk sampel berhingga:

$$D' = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$
$$D' = 1 - \left[ \frac{50(49)}{9900} + \frac{30(29)}{9900} + \frac{15(14)}{9900} + \frac{5(4)}{9900} \right]$$
$$= 1 - [0,247 + 0,088 + 0,021 + 0,00]$$
$$= 0,642$$

### Indeks Shanon-Weaver (= Indeks Shanon-Weiner)

Indeks ini merupakan salah satu yang paling sederhana dan banyak dipergunakan untuk mengukur indeks diversitas. Rumusnya adalah sbb:

$$H_s = - \sum_{i=1}^S p_i \log_b p_i$$

Basis logaritma dapat sebarang, tetapi bila Hs dihitung secara manual maka lebih baik menggunakan persamaan berikut:

$$H_s = \frac{C}{N} (N \log_{10} N - \sum n_i \log_{10} n_i)$$

di mana C merupakan bilangan konstan untuk konversi logaritma dari basis 10 ke basis yang diinginkan. Misal, untuk basis 2, C=3,321928; untuk basis e, C=2,302585; untuk basis 10, C=1.

Spesies	Individu ( $n_i$ )	$n_i \log_{10} n_i$
1	50	84,9485
2	30	44,3136
3	15	17,6414
4	5	3,4949
Total (N)	100	$\Sigma = 150,3984$

$$C/N = 2,302585/100 = 0,023026 \text{ (Hs didasarkan pada logaritma basis e)}$$

$$N \log_{10} N = 100 \log_{10} 100 = 200$$

$$H_s = 0,023026 (200 - 150,3984)$$

$$H_s = 1,1421$$

Hs meningkat dengan meningkatnya jumlah spesies, demikian juga dengan meningkatnya kesamaan kelimpahan spesies (meningkatnya pemerataan).

Nilai Hs terendah bila S = 1, maka  $p_i = 1$  dan  $H_s = 0$

Nilai Hs tertinggi (diversitas maksimum) bila semua spesies mempunyai kelimpahan yang sama:

$$\text{Semua } p_i = 1/S, \text{ maka } H_s = H_{maks} = - \sum 1/S \log 1/S = \log S$$

Indeks Shanon-Weaver dapat dipergunakan untuk membandingkan kestabilan lingkungan dari suatu ekosistem. Tabel berikut merupakan data hipotetik jenis dan jumlah spesies yang tekeleksi dengan menggunakan suatu metode pengambilan sampel di empat ekosistem.

Diversitas spesies di 4 ekosistem

Spesies	I		II		III		IV	
	$n_i$	$p_i$	$n_i$	$p_i$	$n_i$	$p_i$	$n_i$	$p_i$
A	76	0,76	76	0,76	76	0,76	20	0,20
B	25	0,24	8	0,08	6	0,06	20	0,20
C			8	0,08	6	0,06	20	0,20
D			8	0,08	6	0,06	20	0,20
E					6	0,06	20	0,20
Juml. Individu (N)	100		100		100		100	
Kekayaan spesies	2		4		5		5	
Indeks diversitas	0,5511		0,8148		0,8838		1,6014	

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa kekayaan spesies (jumlah spesies) pada lokasi I, II, III dan IV, masing-masing sebesar, 2,4,5 dan 5. Berdasarkan data kekayaan spesies tersebut dapat diperkirakan bahwa lokasi I yang paling tidak beragam dan tidak stabil, sedangkan lokasi III dan IV mempunyai kestabilan yang sama.

Tetapi jika kita cermati data dari lokasi III dan IV, meskipun jumlah spesiesnya sama, tetapi untuk lokasi III terlihat adanya dominansi spesies A, sedangkan untuk lokasi IV tidak terdapat dominansi spesies. Pertanyaannya adalah lokasi mana yang diperkirakan paling stabil? Dengan perhitungan indeks diversitas kita dapat melihat bahwa lokasi IV mempunyai nilai yang lebih besar daripada lokasi III (1,6014 vs 0,8838), dan dapat dikatakan bahwa lokasi IV memiliki diversitas spesies yang lebih tinggi.