

INDEKS DIVERSITAS/KEANEKARAGAMAN

Indeks keanekaragaman dapat digunakan untuk menyatakan hubungan kelimpahan species dalam komunitas.

Keanekaragaman terdiri dari 2 komponen yakni :

1. Jumlah total spesies.
2. Kesamaan (Bagaimana data kelimpahan tersebar diantara banyak spesies itu).

8.1. Pendekatan umum

Keanekaragaman spesies terdiri dari 2 komponen;

- Jumlah species dalam komunitas yang sering disebut kekayaan species
- Kesamaan species. Kesamaan menunjukkan bagaimana kelimpahan species itu (yaitu jumlah individu, biomass, penutup tanah, dan sebagainya) tersebar antara banyak species itu.

Contohnya : pada suatu komunitas terdiri dari 10 species, jika 90% adalah 1 species dan 10% adalah 9 jenis yang tersebar, kesamaan disebut rendah. Sebaliknya jika masing-masing species jumlahnya 10%, kesamaannya maksimum. Beberapa tahun kemudian muncul penggolongan indeks atas indeks kekayaan dan indeks kesamaan. Setelah itu digabungkan menjadi Indeks Keanekaragaman dengan variable yang menggolongkan struktur komunitas:

- 1) Jumlah species
- 2) Kelimpahan relatif species (kesamaan)
- 3) Homogenitas dan ukuran dari area sample

8.2. Prosedur

8.2.1 Indeks Kekayaan

Indeks kekayaan species (S), yaitu jumlah total species dalam satu komunitas. S tergantung dari ukuran sampel (dan waktu yang diperlukan untuk mencapainya), ini dibatasi sebagai indeks komperatif (Yap,1979) . Karena itu, sejumlah indeks diusulkan untuk menghitung kekayaan species yang tergantung pada ukuran sampel. Ini disebabkan karena hubungan antara S dan jumlah total individu yang diobservasi , n, yang meningkat dengan meningkatnya ukuran sampel.

1. Indeks Margalef (1958)
$$R1 = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

2. Indeks Menhirick (1964)
$$R2 = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Peet (1974) mengatakan jika asumsi bahwa ada hubungan fungsional S dan n dalam komunitas $S = k\sqrt{n}$, dimana K = konstan harus dapat dipertahankan. Jika tidak indeks kekayaan akan berubah dengan ukuran sampel. Salah satu alternatif untuk indeks kekayaan dengan menghitung secara langsung . Jumlah species dalam sampel dalam ukuran yang sama. Sedangkan untuk sampel dengan ukuran yang berbeda dipakai metode Statistika rarefraction.

Hurlbernt (1971) menunjukkan bahwa jumlah species yang dapat diduga dalam sampel individu n (ditunjukkan dengan $E(S_n)$) menggambarkan penyebaran populasi total individu N antara S species adalah :

$$E(S_n) = \sum_n \{1 - \frac{(\sum_i n_i^N)}{N^n}\}$$

Dimana, n_i jumlah individu dari satu species. Pendugaan jumlah species dalam ukuran sampel random n sebagai jumlah kemungkinan bahwa setiap species dimasukkan dalam sampel . Contoh : pada habitat 20 total 38 species(S), total burung 122 (N). pendugaan jumlah species pada ukuran sampel yang berbeda yaitu, $E(S_n)$, pada $n = 120, 110, 100$ dan seterusnya. N menggambarkan parameter populasi .

Bagaimanapun, Peet (1974) menunjukkan bahwa untuk 2 komunitas memiliki perbedaan jumlah individu dan kelimpahan relatif, rarefraction memprediksikan bahwa ke-2 komunitas mempunyai jumlah species yang sama pada ukuran sampel yang kecil. Jadi, ketika menggunakan metode ini , diasumsikan bahwa komunitas yang dipelajari tidak beda speciesnya – hubungan individu (Peet, 1974). Jadi – berhati-hatilah terhadap keterbatasan dari setiap metode keanekaragaman.

8.2.2. Indeks Diversitas/Keanekaragaman

Kekayaan species dan kesamaannya dalam suatu nilai tunggal digambarkan dengan Indeks Deversitas. Indeks diversitas mungkin hasil dari kombinasi kekayaan dan kesamaan species .Ada nilai indeks diversitas yang sama didapat dari komunitas dengan kekayaan yang rendah dan tinggi kesamaan kalau suatu komunitas yang sama didapat dari komunitas dengan kekayaan tinggi dan kesamaan rendah . Jika hanya memberikan nilai indeks diversitas, tidak mungkin untuk mengatakan apa pentingnya relatif kekayaan dan kesamaan species . Diversitas dipresentasikan oleh Hill (1973 b) dengan lebih mudah secara ekologi.

$$NA = \sum (Pi)^{1/(1-A)}$$

Dimana P_i = ukuran individu (atau biomas, dll) yang dimiliki oleh satu species. Hill menunjukkan bahwa urutan 0, 1, dan 2 dari jumlah diversitas. Jumlah Diversitas Hill adalah:

Jumlah 0 : $N_0 = S$ dimana S adalah jumlah total species

Jumlah 1 : $N_1 = e^H$ dimana H adalah indeks Shanon

Jumlah 2 : $N_2 = 1/\lambda$ dimana λ adalah indeks Simpson.

Jumlah diversitas ini dalam unit-unit, jumlah species dihitung disebut oleh Hill sebagai jumlah species efektif yang ada dalam sampel. Jumlah species efektif ini adalah suatu hitungan untuk kelimpahan sebanding yang didistribusikan diantara species. Lebih jelasnya, N_0 adalah jumlah semua species dalam sampel (tanpa memperhatikan kelimpahannya), N_2 adalah jumlah species yang paling melimpah dan N_1 adalah jumlah species yang melimpah (N_1 selalu diantara N_0 dan N_2). Dengan kata lain, jumlah species efektif adalah suatu hitungan dari jumlah species dalam sampel dimana tiap species dipengaruhi oleh kelimpahannya. Contoh: sampel dengan 11 species dan 100 individu dimana kelimpahan tersebar sebagai 90, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1. Hanya 1 species yang sangat melimpah, diduga N_2 mendekati 1 ($N_2 = 1,23$). $N_0 = 11$ dan $N_1 = 1,74$. Jadi unit Hill, s adalah species yang jumlahnya meningkat : 1) kurang lebar ditempati species jarang (disebut N_0 , jumlah yang paling rendah, adalah jumlah semua species dalam sampel), 2). Nilai lebih rendah dihasilkan dari N_1 dan N_2 , menunjukkan melimpah dan sangat melimpah dalam sampel.

Ada 2 indeks yang diperlukan untuk melengkapi diversitas Hill yaitu:

1. Indeks Simpson

$$\lambda = \sum Pi^2$$

Dimana: P_i adalah kelimpahan proporsial tiap species dengan

$P_i = \frac{n_i}{N}$, $i = 1, 2, 3, \dots, S$ dimana n_i adalah jumlah individu pada species itu,

N adalah jumlah total individu yang diketahui untuk semua S species dalam populasi itu nilai indeks ini dari 0 – 1 menunjukkan kemungkinan bahwa 2 individu yang diambil secara random dari suatu populasi untuk species yang sama. Jika kemungkinan itu tinggi bahwa ke-2 individu mempunyai species yang sama, maka diversitas komunitas sampel itu rendah. Rumus di atas hanya digunakan untuk komunitas yang terbatas dimana semua anggota dapat dihitung. Untuk komunitas yang tidak terbatas dibuat pembiasannya:

$$\lambda = \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i-1)}{n(n-1)}$$

2. Indeks Shannon

Indeks ini didasarkan pada teori informasi dan merupakan suatu hitungan rata-rata yang tidak pasti dalam memprediksi individu species apa yang dipilih secara random dari koleksi S species dan individual N akan dimiliki. Rata-rata ini naik dengan naiknya jumlah species dan distribusi individu antara species-species menjadi sama/merata. Ada 2 hal yang dimiliki oleh indeks Shanon yaitu ;

1. $H' = 0$ jika dan hanya jika ada satu species dalam sampel.
2. H' adalah maksimum hanya ketika semua species S diwakili oleh jumlah individu yang sama, ini adalah distribusi kelimpahan yang merata secara sempurna.

$$H' = -\sum_{i=1} (P_i \ln P_i) \text{ dimana } H' \text{ adalah rata-rata.}$$

Tidak pasti species dalam komunitas yang tidak terbatas membuat S^* spesies yang kelimpahan proporsional $P_1, P_2, P_3, \dots, P_{S^*}$. S^* adan P_i 'S adalah parameter populasi dan dalam praktek H' diduga dari suatu sampel sebagai :

$$H' = \sum_{i=1} \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \ln \left(\frac{n_i}{n} \right) \right]$$

Dimana n_i adalah jumlah individu tiap S species dalam sampel dan n adalah jumlah total individu dalam dalam sampel. Jika n lebih besar, biasanya akan menjadi lebih kecil.

8.2.3. Indeks Kesamaan

Jika semua spesies dalam suatu sampel kelimpahannya sama, itu menunjukkan bahwa indeks kesamaan maksimum dan akan menurun menuju nol sebagai kelimpahan relatif suatu spesies yang tidak sama. Menurut Hurlbert (1971) kelimpahan mempunyai kepemilikan jika mereka dapat diwakili yang lainnya.

$$V' = \frac{D}{D_{\max}}$$

$$\text{Atau sebagai : } V' = \frac{D - D_{\min}}{D_{\max} - D_{\min}}$$

Dimana D adalah indeks keragaman sedangkan D_{\min} dan D_{\max} adalah nilai minimum dan maksimum secara berurutan bahwa D dapat diperoleh. Untuk perlakuan indeks kesamaan mengacu pada studi dari Alatalo (1981).

Indeks kesamaan (E1). Umumnya indeks kesamaan yang digunakan adalah

$$E1 = \frac{H'}{\ln(S)} = \frac{\ln(N1)}{\ln(N0)}$$

Ini hampir sama dengan rumus J' oleh Pielou (1975, 1977), dimana H' relatif lebih cepat diperoleh nilai maksimum bahwa H' diperoleh ketika semua spesies dalam sampel tanpa kesalahan walaupun dengan satu individu per spesies (Yaitu $\ln S$).

Indeks kesamaan 2 (E2). Indeks kesamaan Sheldon (1969) :

$$E2 = \frac{e^{H'}}{S} = \frac{N1}{N0}$$

Indeks Kesamaan 3 (E3). Indeks kesamaan Heip (1974) :

$$E3 = \frac{e^{H'} - 1}{S - 1} = \frac{N1 - 1}{N0 - 1}$$

Indeks Kesamaan 4 (E4). Hill (1973b) menunjukkan ratio dari $N2$ sampai $N1$ sebagai suatu indeks kesamaan :

$$E4 = \frac{1/\chi}{e^{H'}} = \frac{N2}{N1}$$

Disini adalah ratio dari jumlah banyak kelimpahan untuk kelimpahan spesies. Kembali ke bentuk diskusi diatas bahwa keragaman komunitas menunjukkan penurunan, yaitu suatu spesies dominan, keduanya $N1$ dan $N2$ akan menuju satu. Dibawah tiap kondisi, $E4$ dikonver menuju satu nilai (Peet 1974).

Indeks Kesamaan 5 (E5). Jika $E4$ ditulis dalam bentuk Eq. (8.10b), akan menjadi :

$$E5 = \frac{(1/\chi) - 1}{e^{H'} - 1} = \frac{N2 - 1}{N1 - 1}$$

$E5$ merupakan modifikasi ratio Hill's. Alatalo (1981) menunjukkan bahwa $E5$ mendekati nol jika spesies tunggal menjadi lebih dominan dalam suatu komunitas (tidak seperti $E4$, dimana pendekatannya satu).

Indeks kesamaan tidak tergantung pada jumlah individu suatu spesies dalam suatu sampel. Tanpa mempedulikan keberadaan spesies, suatu indeks kesamaan tidak dapat ditukar.

Peet (1974) menunjukkan bahwa J' ($E1$) dipengaruhi kekuatan dari kekayaan spesies; Pengaturan spesies langka untuk suatu sampel berisi hanya beberapa spesies (S rendah) lebih besar ditukar nilai dari $E1$. Kepekaan disini diilustrasikan dalam Tabel 8.1., dimana satu spesies diwakili oleh hanya satu individu diatur untuk satu sampel berisi tiga yang mewakili satu spesies. Perlawanan dalam $E4$ dan $E5$ relatif tidak berdampak oleh kekayaan spesies.

Tabel 8.1. Menghitung indikasi kesamaan untuk dua sampel. Sampel 2 berbeda dari 1 hanya oleh tambahan dari satu individu dari suatu spesies baru (Modifikasi dari Peet 1974 dan Alatalo 1981).

Sampel	S	Kelimpahan individu	E1	E2	E3	E4	E5
1	3	500, 300, 200	0.94	0.93	0.90	0.94	0.91
2	4	500, 299, 200, 1	0.75	0.71	0.61	0.94	0.90

Jumlah aktual dari spesies yang hadir dalam komunitas (S^*) akan diketahui ketika menggunakan E1, E2 atau E3. Dalam praktek biasanya S^* selalu diduga oleh jumlah spesies yang hadir dalam sampel S.

Ini biasanya menunjukkan pendekatan dibawah nilai S dan karenanya bias suatu jumlah yang ditunjukkan dalam pendekatan indeks (Pielou, 1977). Peet (1975) mencatat bahwa bias per spesies tidak mencegah suatu penafsiran ekologis sesuai pola umum. Suatu kepekaan terbesar untuk suatu variasi sampel menunjukkan penggunaan suatu indeks. E4 dan E5 rata-rata relatif konstan dengan variasi sampling (Tabel 8.1) dan cenderung tidak tergantung pada ukuran sampel. Karena E4 dan E5 dihitung dengan rasio dimana S adalah dalam kedua nomerator dan denominator, dengan demikian dampak pembatalan efektif dari jumlah spesies dalam sampel.

Kesamaan relatif dari komunitas dapat juga dibandingkan oleh tidak adanya tingkatan dalam kurva rarefraction. Kesamaan terbesar adalah menyamakan dengan suatu tingkatan curva rarefraction.

8.3. Contoh : Diversitas/Keanekaragaman Kadal dalam Suatu Padang Gurun

Asumsi yang diberikan adalah dalam 1 hektar areal padang gurun, dijumpai 6 spesies diantara 32 jumlah individu (Tabel 8.2). Data ini digunakan untuk kekayaan spesies, indikasi kesamaan dan keanekaragaman.

8.3.1. Indeks Kekayaan

Indeks Kekayaan1 (R1). Indeks Margalef's [Eq.(8.1)] :

$$R1 = (6-1)/\ln (32) = 5/3.47 = 1.44$$

Tabel 8.2. Jumlah individu yang dihitung untuk tiap 6 spesies kadal dalam 1 x hektar .

Spesies Kadal	Jumlah Individu
<i>Cnemidophorus tessellatus</i>	3
<i>Cnemidophorus tigris</i>	15
<i>Crotophytus wislizenii</i>	1
<i>Haolbrookia maculata</i>	1
<i>Phrynosomu cornutum</i>	10
<i>Scleoporus magister</i>	2
	32

INDEKS KEKAYAAN 2 (R2); INDEKS MENHINICK'S [Eq.(8.2)]

$$R2 = 6/\sqrt{32} = 6/5.66 = 1.06$$

8.3.2. Indeks Diversitas/Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman 1. Indeks Simpson's kemungkinan untuk 2 individu yang dipilih secara acak akan menjadi milik spesies yang sama.

$$\begin{aligned} \chi &= [(3)(2) + (15)(14) + (1)(0) + (1)(0) + (10)(9) + (2)(1)]/[(32)(31)] \\ &= (6 + 210 + 0 + 0 + 90 + 2)/992 = 308/992 = 0.31 \end{aligned}$$

Jumlah kedua keragaman [Eq.(8.5c)], jumlah dari kelimpahan spesies adalah :

$$N2 = 1/0.31 = 3.22$$

Indeks Keanekaragaman 2. Indeks Shannon, derajat rata-rata tingkat ketidakpastian dalam melamalkan bahwa spesiessuatu individu yangdipilih serandom dari suatu sampel akan mejadi :

$$\begin{aligned} H' &= - [(3/32)\ln (3/32) + (15/32)\ln (15/32) + (1/32)\ln (1/32) \\ &\quad + (1/32)\ln (1/32) + (10/32)\ln(10/32) + (2/32)\ln (2/32)] \\ &= - [(-0.223) + (-0.355) + (-0.107) + (-0.107) + (-0.364) + (-0.172)] \\ &= - (- 1.33) = 1.33 \end{aligned}$$

Angka keanekaragaman Hills yang pertama, jumlah dari kelimpahan spesies, adalah :

$$N1 = e^{1.33} = 3.78$$

Sebagai penduga, N1 adalah nilai tengah diantara N0 jumlah total spesies dan N2 (3.22).

8.3.3 Indeks Kesamaan

Penggunaan S = 6,5 indikasi kesamaan menurut perhitungan komputer.

8.4. Contoh Ikan di Estuary Florida

Hasil data yang ditangkap oleh Livingstone (1976) dalam suatu studi dari fluktuasi musim ikan di Estuary Florida bagian Utara (Tabel 8.3). Disini digunakan perbandingan kekayaan spesies.

Tabel 8.3. Data penangkapan ikan di Estuary Florida Utara diberikan dari Livingstone (1976). Hasil Koleksi dikumpulkan selama 24 jam dengan perahu pukat selama Desember (1972) dan Juni 1973.

Spesies	Desember	Juni
<i>Dasyatis Sabina</i>	10	3
<i>Ophichthus gomesi</i>	3	0
<i>Dorosoma petenense</i>	1	1
<i>Anchoa mitchilli</i>	78	377
<i>Arius felis</i>	1	21
<i>Hippocampus erectus</i>	1	0
<i>Eucinostomus gula</i>	3	0
<i>Lagodonrhomboides</i>	1	0
<i>Bairdiella chrysura</i>	21	0
<i>Cynoscion areenarius</i>	19	30
<i>Cynoscion nebulosus</i>	7	0
<i>Leiostomus xanthurus</i>	18	238
<i>Menticirrhus americanus</i>	217	4
<i>Micropogon undulates</i>	40	279
<i>Orthopristis chrysoptera</i>	0	1
<i>Peprilus paru</i>	1	0
<i>Prionotus scitulus</i>	35	0
<i>Prionotus tribulus</i>	25	0
<i>Etropus crossotus</i>	29	0
<i>Symphurus plagiusa</i>	50	3
<i>Monacanthus hispidus</i>	1	0
<i>Bagre marinus</i>	0	1
<i>Porichthys porosissimus</i>	0	4
<i>Poludactylus octonemus</i>	0	590
<i>Paralichthys lethostigma</i>	0	5
<i>Trinectes maculatus</i>	0	5
Total jumlah individu N =	761	1,562
Total Jumlah spesies S =	20	15

Tabel 8.4. Indeks Keanekaragaman Spesies untuk Periode Sampel Ikan di Estuary florida Utara.

Indikasi	Desember, 1972	Juni, 1973
Kekayaan		
N0	20.00	15.00
R1	2.86	1.90
R2	0.72	0.38
Keanekaragaman		
λ	0.23	0.26
H'	1.91	1.54
N1	6.78	4.69
N2	4.39	3.90
Kesamaan		
E1	0.64	0.57
E2	0.34	0.31
E3	0.30	0.26
E4	0.65	0.83
E5	0.59	0.79

Keanekaragaman dan indeks kesamaan (Tabel 8.4). Program BASIC yaitu SPDIVERS. BAS (disertai disket) digunakan untuk perhitungan dengan komputer.

Indeks kekayaan R1 dan R2 mengalami penurunan dari Desember sampai dengan penangkapan Juni. Penurunan secara refleksi dalam jumlah spesies ($N_0 = 20$, untuk $N_0 = 15$) dan kenaikan terbesar dalam total jumlah individu diberikan pada bulan Juni. Disini nilai kekayaan adalah perhitungan untuk tujuan ilustrasi. Dengan mengacu pada kurva dari data yang ditunjukkan dalam Gambar 8.2.

Penggunaan suatu ukuran sampel dari 761, diduga jumlah spesies dari penangkapan Desember E (S 761 adalah 20) dan penangkapan selama Juni E (S761 adalah 13). Karenanya akan dikumpulkan dari perbandingan ini dimana perbedaan dan ukuran sampel terjadi karena penurunan kekayaan spesies dalam penangkapan bulan Juni. Semua penurunan indeks keragaman dari Desember sampai Juni (kecuali λ , dari latihan, sejak nilai λ meningkat dengan penurunan keragaman). N1 dan N2 adalah spesies dalam unit-unit sehingga wajar untuk diperkirakan.

Jumlah indeks kenaikan yang didominasi dari spesies yang lebih sedikit dalam penangkapan bulan Juni, disini dengan adil dinyatakan bahwa selama penangkapan Juni N2, yaitu suatu pengukuran dari spesies yang sangat melimpah adalah 3,9 dan dalam kenyataan, spesies E4 adalah 95% dari kelimpahan (Tabel 8.3). N1, suatu pengukuran kelimpahan spesies adalah 4,69 untuk Juni dimana selalu membuat suatu nilai besar dari N2. Indeks kesamaan lebih sukar untuk diperkirakan.

E1, E2 dan E3 dipertimbangkan sebagai pembatasan nilai, sebab lebih sensitive untuk spesies dalam sampel. Keduanya ratio Hills (E4) dan ratio modifikasi Hills E5 naik dari Desember untuk sampel Juni.

Ini menyebabkan terlihat kenaikan hubungan untuk kodominan dari 4 spesies luar dari 15 yang diberikan dan jumlah yang sangat dekat dari individu (yaitu 377.238.279 dan 590) perbandingan menghasilkan 11 spesies (Tabel 8.3).

8.5. Contoh : Keanekaragaman Pohon Hutan.

Zahl (1977) mengoleksi data dalam total basal area dari 20 pohon di pusat penelitian hutan Harvard, Petersham, Massachusetts, selama tahun 1956, 1960, 1966, 1969 dan 1975. Tujuan penelitiannya adalah mempelajari pola perubahan dalam keanekaragaman regenerasi hutan, sejak hutan ditebang secara berlebihan dalam tahun 1918 dan kemudian tidak mengganggu.

Tabel 8.5. Total Basal area pada ketinggian dalam meter kubik untuk pohon dalam hutan di Harvard selama tahun 1956 dan tahun 1975 setelah Zahl (1977).

Species	1956	1975
Quercus rubra	15.158	27.554
Betula papyrifera	8.601	11.845
Fraxinus Americana	.764	1.466
Acer rubrum	2.646	4.974
Pinus strobes	2.515	2.725
Berula lenta	2.240	2.210
Pinus resinosa	1.292	1.125
Hicoria ovata	0.622	0.680
Tsuga Canadensis	0.527	0.808
Quercus alba	0.463	0.052
Acer saccharum	0.302	0.549
Quercus velutina	0.198	0.098
Pinus sylvestris	0.055	0.000
Betula lutea	0.024	0.030
Ostrya virginiana	0.012	0.009
Tilia Americana	0.012	0.000
Populus grandidentata	0.006	0.000
Prunus serutina	0.000	0.012
Acerpennsylvanicum	0.000	0.021
Castanea dentata	0.000	0.009
Total Basal Area	N = 38.438	54.166
Jumlah total dari spesies	S = 17	17

Menggunakan program dasar SPDIVERS.BAS, kekayaan spesies, keanekaragaman dan indeks kesamaan memakai perhitungan dan kesimpulannya dapat dilihat pada table 8.6. Hasilnya sama dengan kesimpulan umum yang dicapai oleh Zahl (1977): suatu penambahan dalam kekayaan jenis, keanekaragaman dan kesamaan jenis dari tahun 1956 sampai 1975.

8.6. *Topik Tambahan Dalam Diversitas/Keanekaragaman.*

Peet (1974) mengklasifikasikan indeks keanekaragaman menjadi 2 tipe dasar dalam relatif sensitive ke perubahan dalam komposisi suatu komunitas :

- Type I – sensitive tinggi untuk berubah dalam spesies langka, sebagai contoh, N1.
- Type II – sensitive tinggi ke perubahan dalam spesies umum, sebagai contoh N2.

Dalam table 8.7., suatu contoh penggunaan komunitas buatan untuk mengilustrasikan keadaan yang sensitive. Anggaplah 3 komunitas A,B,dan C, tiap komunitas mempunyai total 100.000 individu menyebar diantara 3 species umum dan suatu variable dalam spesies langka. Komunitas A tersusun dari 3 spesies umum dan 200 spesies langka, tiap spesies langka mempunyai 1 % dari total individu (yaitu 200). Ketika spesies langka ini berubah hanya diwakili oleh 0,01 % dari jumlah individu (yaitu 20 komunitas B), nilai dari N2 adalah relatif tidak mempengaruhi ketika nilai dari N1 berkurang sebesar 151 % (Tabel 8.7)

Tabel 8.6. Menunjukkan keanekaragaman spesies untuk 2 tahun dalam dasar hutan Havard pada total basal area dari 20 pohon. Hasil ini merupakan dasar dalam memberikan data dalam Tabel 8.5.

Indikasi	1956	1975
Kekayaan jenis		
NO	17.00	17.00
R1	4.38	4.01
R2	2.74	2.31
Keanekaragaman jenis		
χ	0.21	0.31
H'	1.84	1.55
N1	6.27	4.71
N2	4.79	3.25
Kesamaan Jenis		
E1	0.65	0.55
E2	0.37	0.28
E3	0.33	0.23
E4	0.76	0.69
E5	0.72	0.61

Tabel 8.7. Suatu perbandingan dari indeks keanekaragaman menunjukkan sensitifitas untuk berubah dalam spesies umum dan langka (Spp). Tiap komunitas buatan memiliki N = 100.000 individu, 3 komunitas umum dan suatu jumlah variable dari spesies langka.

Index	Komunitas					
	A		B		C	
	Spp	Jumlah individu	Spp	Jumlah individu	Spp	Jumlah individu
	1	20,000	1	20,000	1	10,000
	2	20,000	2	20,000	2	10,000
	3	20,000	3	20,000	3	40,000
	4	200	4	20	4	20
	5	200	5	20	5	20

	203	200	2,003	20	2,003	20
S	203		2,003			2,003
χ	0.12	0 %	0.12	+50 %		0.18
H'	3.45	+ 27 %	4.37	- 3 %		4.23
N1	31.55	+ 151 %	79.24	- 15 %		68.99
N2	8.12	+ 2 %	8.28	- 33 %		5.55

Perubahan yang besar dalam N1 adalah ciri untuk tipe I (Peet, 1974). Dalam komunitas C, jumlah relatif dari 3 spesies umum dapat menggantikan (meninggalkan spesies langka pada tiap 20 individu) dan menunjukkan perhitungannya. Ketika keduanya N1 dan N2 berubah, diharapkan, N2 (Indeks tipe II) merupakan efek yang tinggi, berkurang menjadi 33 %, ketika N1 hanya berkurang 15 %.

Suatu topik juga membutuhkan diskusi mengenai beberapa problem asosiasi dalam menduga keanekaragaman untuk suatu batasan populasi besar. Suatu sensus lengkap adalah selalu tidak mungkin dan suatu contoh harus diambil, ketika suatu subjek error. Sering organisme akan belajar menduduki suatu ... ruang, juga beberapa unit contoh buatan (SU) harus digunakan (contoh :suatu kuadrat untuk komunitas tumbuhan atau jaring pukat untuk suatu komunitas ikan). Kemudian hasilnya dipengaruhi oleh beberapa hal pada distribusi parsial dari populasi serta ukuran dan bentuk dari SU. Zahl (1977) menulis distribusi sampling dari beberapa indeks diversitas/keanekaragaman akan menjadi suatu fungsi dari seluruh factor ini. Pielou (1966, 1975) mengusulkan suatu prosedur yang menekankan untuk menduga diverstas, dan sampling error, ketika mencoba untuk menghitung beberapa problem

sampling. Ringkasnya metode Pielou, mengetahui metode kuadrat – Pooled, meliputi kuadrat random q (Sus) dari suatu komunitas, menyusun kuadrat q ini dalam suatu urutan/jenis/derajat random, dan kemudian menghitung keragaman dari kuadrat pertama, kemudian pertama ditambah kedua, dan seterusnya, pada tiap waktu pengumpulan observasi dari kuadrat. Nilai perhitungan indeks untuk akumulasi kuadrat akan bertambah pada keadaan awalnya tetapi kecenderungan ke tingkat pengumpulan akan berlanjut. Nilai dari indeks sesudah tingkat terakhir kemudian akan menduga keanekaragaman untuk komunitas.

Zahl (1977) memperkenalkan metode Jackknife untuk menduga beberapa kehadiran indeks keanekaragaman. Metode Zahl menduga standar deviasi dari indikasi ini, dimana dibutuhkan test hipotesis dan menduga interval-interval kepercayaan (Heltshe dan DiCanzio 1985). Heltshe dan Forrester (1983a 1985) menunjukan kondisi dibawah kenyataannya, (estimator) Zahl Jackknife dan estimator Pielou's pooled-quadrat adalah ekuivalen. Hubungan pada problem ini, Heltshe dan Forrester (1983b) menerapkan pendekatan jackknife untuk estimasi S^* , jumlah total spesies dalam suatu komunitas.

Pendugaan jumlah total spesies dalam komunitas, S^* (dari model log normal, eg.(7.5) dapat digunakan untuk indeks kekayaan jenis, tetapi hal itu membutuhkan suatu statistik yang cocok dari data kelimpahan spesies ke distribusi frekuensi lognormal, tidak seperti (8.1) dan (8.2). Walaupun membutuhkan usaha yang lebih dalam menghitung S^* (keduanya dalam data perhitungan dan...), kami akan merekomendasikan S^* sebagai indeks kekayaan jenis melebihi R_1 dan R_2 .

8.7. Kesimpulan dan Saran.

- Menyadari keterbatasan pengukuran seluruh diversitas/keanekaragaman. Ini termasuk indikasi kekayaan jenis, model rarefraction, indeks keanekaragaman dan indeks kesamaan jenis. Pengukuran ini mudah untuk dihitung, tetapi selalu sulit untuk diterapkan. (Point 8.1)
- Menyangkut kekayaan spesies R1 dan R2 tidak dapat digunakan adalah alasan yang kuat agar mereka dapat menekankan hubungan fungsional dan dugaan dalam kenyataan.
- Jika ukuran sampel adalah sama, disarankan dapat menghitung langsung spesies yang digunakan untuk membandingkan kekayaan jenis antara komunitas. Ketika ukuran sampel berbeda, disarankan untuk menggunakan metode rarefraction. Walaupun, hal ini penting menekankan spesies – hubungan individu menjadi kecil (Point 8.2.1)
- Penggunaan S^* dari model lognormal adalah rekomendasi dari suatu indeks kekayaan jenis.
- Disarankan penggunaan keanekaragaman Hill's jumlah N1 dan N2 dengan mengukur keanekaragaman spesies. Dalam beberapa studi akan lebih penafsiran dibanding indeks keanekaragaman yang lain dan mempunyai.... Yang dipakai dalam unit dari jumlah spesies. (Point 8.2.2)
- Untuk pengukuran kesamaan jenis, direkomendasikan menggunakan modifikasi rasio Hill's, E 5, itu merupakan sedikit dan penafsiran yang lebih. Hal itu tidak menghendaki suatu pendugaan dari jumlah spesies dalam komunitas, dimana dipengaruhi oleh ukuran sampel (Point 8.2.3)

DAFTAR PUSTAKA

Ludwiq, J.A., and J. F. Reynolds, 1988, *Statistical Ecology a Primer on Methods and Computing*, John Wiley & Sons, New York.