



Beberapa bagian dari salindia perkuliahan ini merupakan materi yang dilindungi oleh HAK CIPTA, dan penggunaannya dalam perkuliahan ini berdasarkan prinsip penggunaan wajar (*fair use*) untuk keperluan edukasi.

Hak cipta semua gambar dan ilustrasi dalam materi kuliah ini dipegang oleh masing-masing pencipta/pemegang hak cipta.

Penyebarluasan materi kuliah ini diperbolehkan dengan atribusi menurut lisensi CC BY 4.0 Internasional.

# Ekologi Populasi

## Bagian 3: Sejarah hidup spesies

Siti Nurleily Marliana



The background image shows a scenic landscape with a river in the foreground, a large tree leaning over the water, and a jaguar standing in the water. The sky is blue with some clouds.

01

KONSEP DAN DEFINISI

02

STRUKTUR POPULASI

03

DINAMIKA POPULASI

04

SEJARAH HIDUP

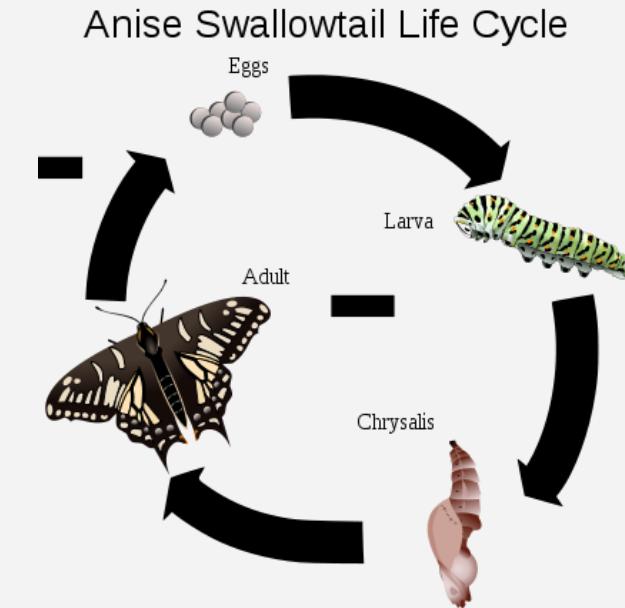
# PENDAHULUAN

**Pertumbuhan populasi:** meramalkan pertumbuhan populasi untuk populasi dengan distribusi usia yang kompleks.

**Sejarah hidup:** informasi tentang kesintasan spesifik kelas usia (*age-specific*) dan pola fertilitas suatu populasi.

- ❖ Kategori usia yang terpenting untuk kesintasan populasi.
  - ❖ Mendukung upaya konservasi.





# SEJARAH HIDUP

Serangkaian peristiwa dari organisme lahir hingga mati.

- ❖ Pertumbuhan, reproduksi, dan dispersal.

Fenomena kompleks

- ❖ Dipengaruhi kondisi lingkungan, pakan, predator, dll.



# SEJARAH HIDUP

*LIFE HISTORY*

SEJARAH HIDUP ORGANISME

Dibentuk oleh evolusi.

- Seleksi alam atas sifat mendorong reproduksi keturunan yang kuat.
- Sumber daya terbatas, maka perlu strategi untuk *fitness*.

Topik utama:

- Strategi sejarah hidup.
- Karakteristik sejarah hidup.
- Tabel hidup dan kurva kesintasan



# STRATEGI SEJARAH HIDUP

*LIFE HISTORY STRATEGIES*

# POLA SEJARAH HIDUP

Berkembang melalui seleksi alam.

- ❖ “Optimalisasi” *trade off* pertumbuhan, survival, reproduksi.

Strategi bervariasi antar spesies.

- ❖ Waktu reproduksi;
- ❖ Banyaknya keturunan;
- ❖ Banyaknya investasi energi dan sumber daya untuk keturunan.

# STRATEGI SEJARAH HIDUP

Banyak faktor mempengaruhi:

- Mis: stabilitas lingkungan, mortalitas, peluang reproduksi, daya dukung lingkungan.

Dasar strategi utama:

1. *Survivorship* (kesintasan)
2. Maturitas
3. *Reproductive output*  
(keluaran reproduktif)



# 1. *SURVIVORSHIP* (KESINTASAN)





# **SURVIVORSHIP**

## (KESINTASAN)

KESINTASAN

Probabilitas kematian spesies berbeda-beda dalam setiap fase hidup.

- ✖ Ditentukan oleh mortalitas. & tingkat harapan hidup.

Sejarah hidup dapat memprediksi tingkat kesintasan.

Ditunjukkan dalam bentuk *life table*.

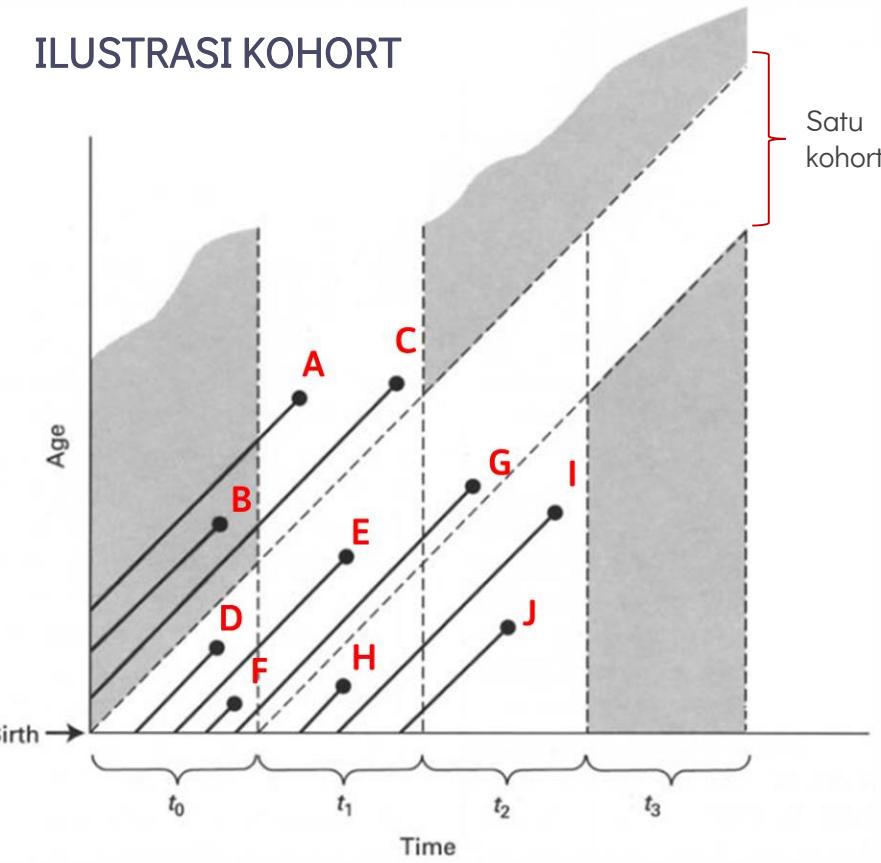
# LIFE TABLE (TABEL HIDUP)

Catatan penyintasan (mortalitas) dan laju reproduksi suatu populasi, dibagi berdasarkan usia, ukuran, atau tahap perkembangan.

## Manfaat:

- Pemahaman pola dan penyebab kematian
- Prediksi dinamika populasi
- Pengelolaan populasi.

ILUSTRASI KOHORT



Tiap garis dan huruf mewakili satu individu.  
 $t_x$  mewakili unit waktu.  
 Kohort adalah individu-individu yang lahir pada tahun yang sama.

Sumber: Begon et al. (1996) (dengan modifikasi)

# JENIS TABEL HIDUP

## Tabel hidup DINAMIS (*cohort life table*)

Mengikuti penyintasan dan reproduksi anggota kohort dari lahir sampai mati.

Penentuan kohort: biasanya berdasarkan tahun, namun juga interval waktu yang lain (mis. hari, minggu, bulan)

## Tabel hidup STATIS (*time-specific or age-specific life table*)

Lebih kompleks; Mencatat jumlah individu yang hidup dari setiap usia dalam suatu populasi dan luaran reproduksinya.

Satu periode sampel, dengan asumsi: kelahiran dan kematian konstan setiap sampel kohort sesuai proporsi populasi sebenarnya.



## TABEL HIDUP KOHORT

Data yang dibutuhkan:

- Jadwal kesintasan.
- Jadwal fekunditas.

Kebanyakan hanya berurus dengan individu betina dan keturunan mereka yang betina.



# CONTOH TABEL HIDUP DINAMIS

Table 1. Life table of *Cleome viscosa* individuals inhabiting site 'A.'

Age (x) (weeks)	Numbers surviving (lx)	Numbers dying (dx)	Stationary Population (Lx)	Residual life-span (Tx)	Age specific mortality (qx)	Expectancy of further life (ex)
1	1000.00	51.86	974.07	5018.44	0.05	5.01
2	948.14	148.14	874.07	4044.37	0.15	4.26
3	800.00	133.34	733.33	3170.30	0.16	3.96
4	666.66	111.11	611.10	2436.97	0.16	3.65
5	555.55	37.04	537.03	1825.87	0.16	3.28
6	518.51	59.26	188.88	1288.84	0.11	2.48
7	459.25	111.11	403.69	799.96	0.24	1.74
8	348.14	200.00	248.14	396.27	0.57	1.13
9	148.14	81.84	107.40	148.13	0.55	0.99
10	66.66	59.29	37.03	40.73	0.88	0.01
11	7.40	7.40	3.70	3.70	1.00	0.50
12	-	-	-	-	-	-

Sumber: Aziz & Shaukat. 2012. Pak. J. Bot., 44(5): 1633-1638. [https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/44\(5\)/22.pdf](https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/44(5)/22.pdf)



## TABEL HIDUP STATIS

Banyak organisme yang sulit diikuti sebagai kohort.

- Masa hidup terlalu panjang

Sebagai gantinya, jumlah individu dari setiap usia yang hidup pada waktu tertentu dihitung.



# CONTOH TABEL HIDUP STATIS

**TABLE 6.1** Time-specific life table for the Dall mountain sheep (*Ovis dalli*), based on the known age at death of 608 sheep dying before 1937 (both sexes combined). Data are expressed per 1,000 individuals. The column  $T_x$  has no real biological meaning.

Age Class $x$	Number Alive	Number Dying	Proportion Surviving	Mortality Rate	Average Number Alive in Age Class	$T_x$	Life Expectancy
	$n_x$	$d_x$ $= n_x - n_{x+1}$	$I_x$ $(= n_x / n_0)$	$q_x$ $(= d_x / n_x)$	$L_x$ $(= n_x + n_{x-1})/2$	$\frac{\sum L_x}{x}$	$e_x$ $(= T_x / n_x)$
0–1	1,000	199	1.000	.199	900.5	7,053	7.0
1–2	801	12	0.801	.015	795	6,152.5	7.7
2–3	789	13	0.789	.016	776.5	5,357.5	6.8
3–4	776	12	0.776	.015	770	4,581	5.9
4–5	764	30	0.764	.039	749	3,811	5.0
5–6	734	46	0.734	.063	711	3,062	4.2
6–7	688	48	0.688	.070	664	2,351	3.4
7–8	640	69	0.640	.108	605.5	1,687	2.6
8–9	571	132	0.571	.231	505	1,081.5	1.9
9–10	439	187	0.439	.426	345.5	576.5	1.3
10–11	252	156	0.252	.619	174	231	0.9
11–12	96	90	0.096	.937	51	57	0.6
12–13	6	3	0.006	.500	4.5	6	1.0
13–14	3	3	0.003	1.00	1.5	1.5	0.5

# TAHAPAN PEMBENTUKAN TABEL HIDUP (1)

x	$n_x$
0	530
1	159
2	80
3	48
4	21
5	5



x	$n_x$
0–1	530
1–2	159
2–3	80
3–4	48
4–5	21
5–6	5



x	$n_x$	$I_x$
0–1	530	1.00
1–2	159	0.30
2–3	80	0.15
3–4	48	0.09
4–5	21	0.04
5–6	5	0.01



$x$  = unit waktu

$n_x$  = cacah individu populasi dalam suatu waktu ( $x$ ).

$I_x$  = probabilitas sintas dari lahir hingga umur tertentu.

Tabel hidup tupai kelabu (*Sciurus carolinensis*)  
(adaptasi dari Smith and Smith, Elements of Ecology, 2014)

# TAHAPAN PEMBENTUKAN TABEL HIDUP (1)

x	$n_x$	$I_x$	$d_x$
0-1	530	1.00	371
1-2	159	0.30	79
2-3	80	0.15	32
3-4	48	0.09	27
4-5	21	0.04	16
5-6	5	0.01	5



x	$n_x$	$I_x$	$d_x$	$q_x$
0-1	530	1.00	371	0.70
1-2	159	0.30	79	0.50
2-3	80	0.15	32	0.40
3-4	48	0.09	27	0.55
4-5	21	0.04	16	0.75
5-6	5	0.01	5	1.00



$d_x$  = kematian spesifik-umur (cacah individu yang mati setiap interval waktu).

$q_x$  = estimasi laju kematian spesifik-umur.

Tabel hidup tupai kelabu (*Sciurus carolinensis*)  
(adaptasi dari Smith and Smith, Elements of Ecology, 2014)



# PENGEMBANGAN TABEL HIDUP

Data yang dibutuhkan:

- Jadwal kesintasan.
- Jadwal fekunditas.

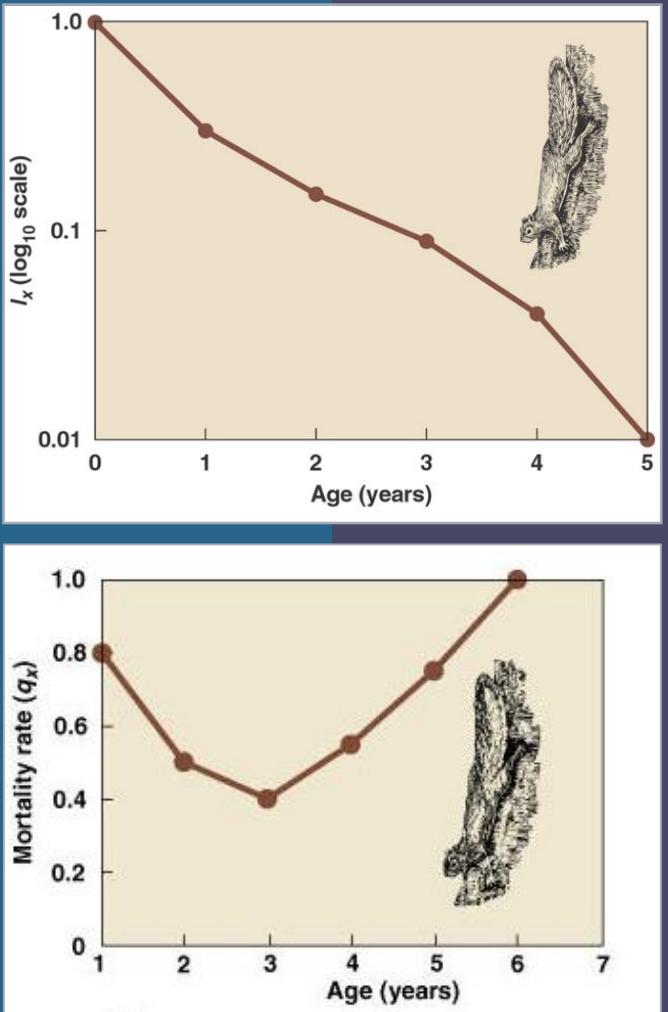
Kebanyakan hanya berurusan dengan betina dan keturunan mereka yang betina.

Pada populasi tumbuhan lebih sulit untuk diterapkan.

- Tahap kehidupan sebagai pengganti kelas usia.

# TABEL HIDUP DAN KURVA KESINTASAN

Tabel hidup menyediakan data untuk kurva kematian dan kesintasan.



Contoh kurva kesintasan (atas) dan kematian (bawah) tupai kelabu yang disusun dari tabel hidupnya.

(adaptasi dari Smith and Smith, Elements of Ecology, 2014)

**Table 10.1 | Gray Squirrel Life Table**

$x$	$n_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$
0	530	1.0	371	0.7
1	159	0.3	79	0.5
2	80	0.15	32	0.4
3	48	0.09	27	0.55
4	21	0.04	16	0.75
5	5	0.01	5	1.0



# KOMPONEN KESINTASAN

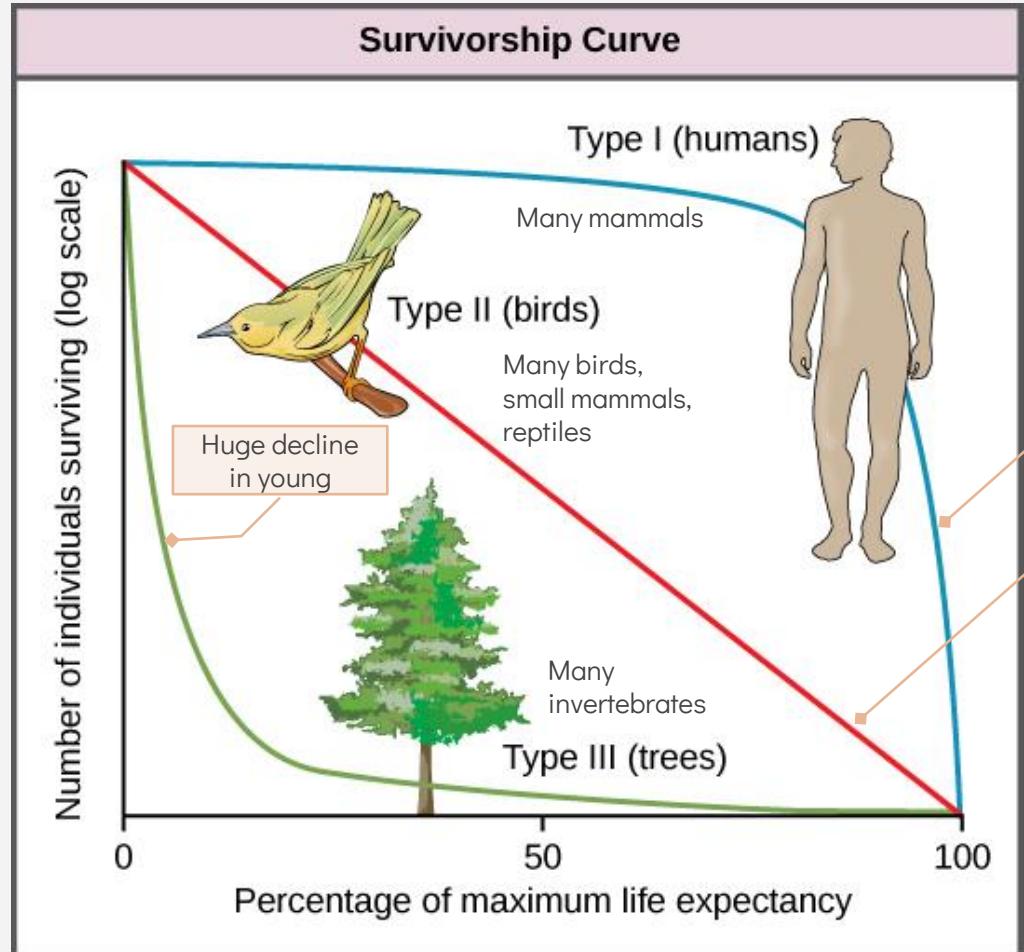
## 1. MORTALITAS

- Jumlah individu mati dalam interval waktu tertentu dibagi rerata ukuran populasi pada interval tersebut.

## 2. HARAPAN HIDUP (*LIFE EXPECTANCY*)

- Rerata jumlah tahun harapan hidup di masa depan oleh anggota populasi pada umur tertentu.

# KURVA KESINTASAN



## TIPE I

Mortalitas relatif rendah di masa muda.  
Mortalitas tinggi di masa pos-reproduktif.

## TIPE II

Kurva lurus; individu dapat mati pada umur berapa saja  
(probabilitas seragam).

## TIPE III

Keturunan jumlah banyak, sedikit yang bertahan hidup hingga bereproduksi.  
Setelah mapan, mortalitasnya rendah.

# 2. MATURITAS





# KEMATANGAN REPRODUKTIF

Waktu reproduksi pertama

- Awal (*precocious*)
- Tertunda (*delayed*).

*Trade-off:*

- Reproduksi lebih awal, menjamin keturunan, tapi mengorbankan kesejahteraan.
- Reproduksi lambat, fekunditas dan parental care lebih baik, tapi risiko tidak sintas hingga usia reproduksi.

Usia reproduksi pertama berkaitan dengan umur spesies.

# 3. KELUARAN REPRODUKTIF





# KOMPONEN KELUARAN REPRODUKTIF

KELUARAN REPRODUKTIF

## 1. PARITAS (*PARTY*)

- ❖ Jumlah episode reproduksi seumur hidup.
- ❖ Dua strategi: semelparitas & iteroparitas.

## 2. FEKUNDITAS

- ❖ Jumlah keturunan per episode reproduksi.

## 3. INVESTASI PARENTAL

- ❖ Energi yang dialokasikan untuk keturunan.
- ❖ Komponen: ukuran keturunan & perawatan parental.



# PARITAS

Berapa kali suatu organisme bereproduksi selama hidupnya.

## Semelparitas

- Bereproduksi hanya sekali (spesies semelparous).

## Iteroparitas

- Bereproduksi beberapa kali selama hidupnya (spesies iteroparous).

# SEMPERITAS

Individu suatu spesies bereproduksi sekali seumur hidupnya, kemudian mati.

Sumber daya sebagian besar dikorbankan untuk satu peristiwa reproduksi tersebut, hingga tidak dapat bertahan hidup



# ITEROPARITAS

Individu suatu spesies bereproduksi berulang kali seumur hidupnya.

Sumber daya dialokasikan untuk reproduksi berulang, ada keuntungan untuk *fitness*.





# ITEROPARITY VS SEMELPARITY

Faktor yang mempengaruhi evolusinya:

- Probabilitas penyintasan keturunan.
- Probabilitas individu dewasa sintas untuk bereproduksi kembali.

Semelparitas lebih menguntungkan di lingkungan yang keras/tidak stabil.



# JENIS STRATEGI SEJARAH HIDUP

# JENIS STRATEGI SEJARAH HIDUP

Berdasarkan komponen strategi sejarah hidup, organisme dibedakan menjadi dua:

- Spesies terseleksi-*r* (strategi oportunistik)
- Spesies terseleksi-*K* (strategi kesetimbangan)

# KARAKTERISTIK SPESIES STRATEGI-*r* DAN -*K*

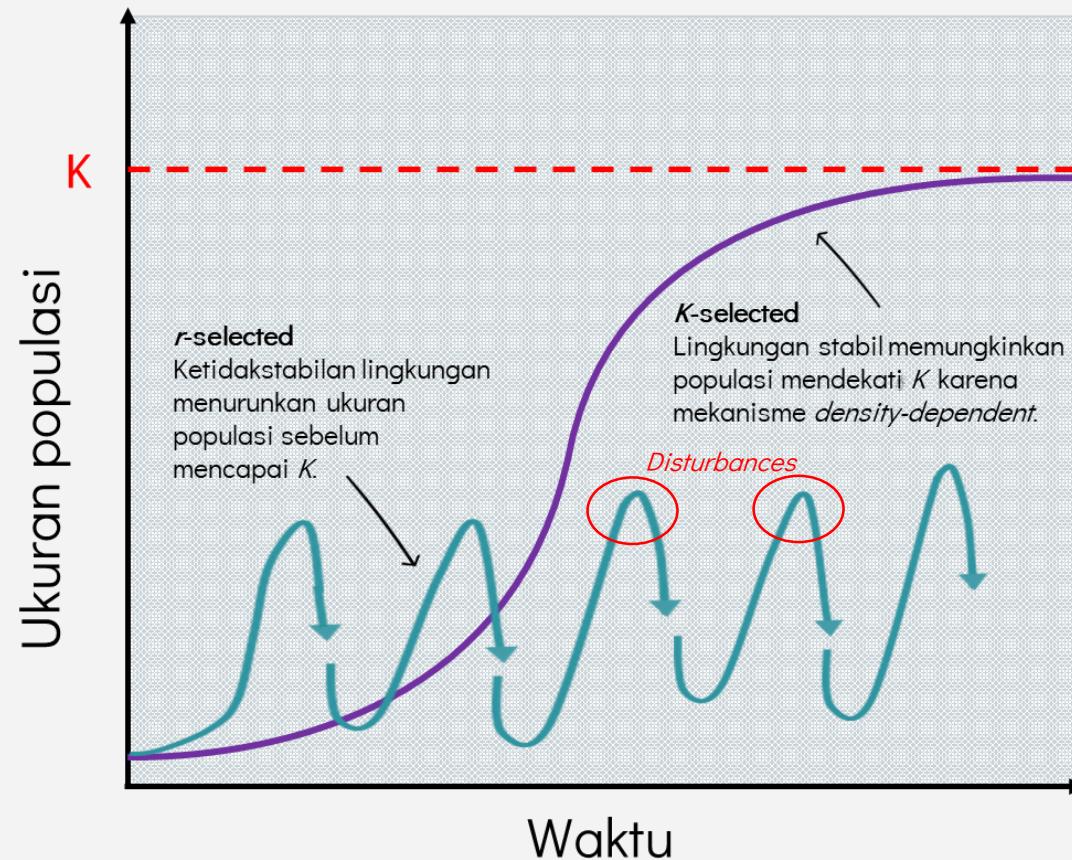
Karakteristik	Spesies terseleksi- <i>r</i>	Spesies terseleksi- <i>K</i>
Ukuran organisme	Kecil	Besar
Alokasi energi	Proporsi besar untuk reproduksi	Proporsi besar untuk tumbuh dan perawatan
Produksi keturunan	Banyak	Sedikit
Lama maturitas	Cepat	Lama
Lama hidup	Pendek	Panjang
Reproduksi pertama kali	Dini	Tertunda
<i>Parental care</i>	Singkat	Lama
Lingkungan/iklim	Bervariasi, tidak stabil	Konsisten, stabil
Mortalitas	<i>Density-independent</i>	<i>Density-dependent</i>
Ukuran populasi	Bervariasi, di bawah K	Konstan

■ PRODUKTIVITAS

■ EFISIENSI

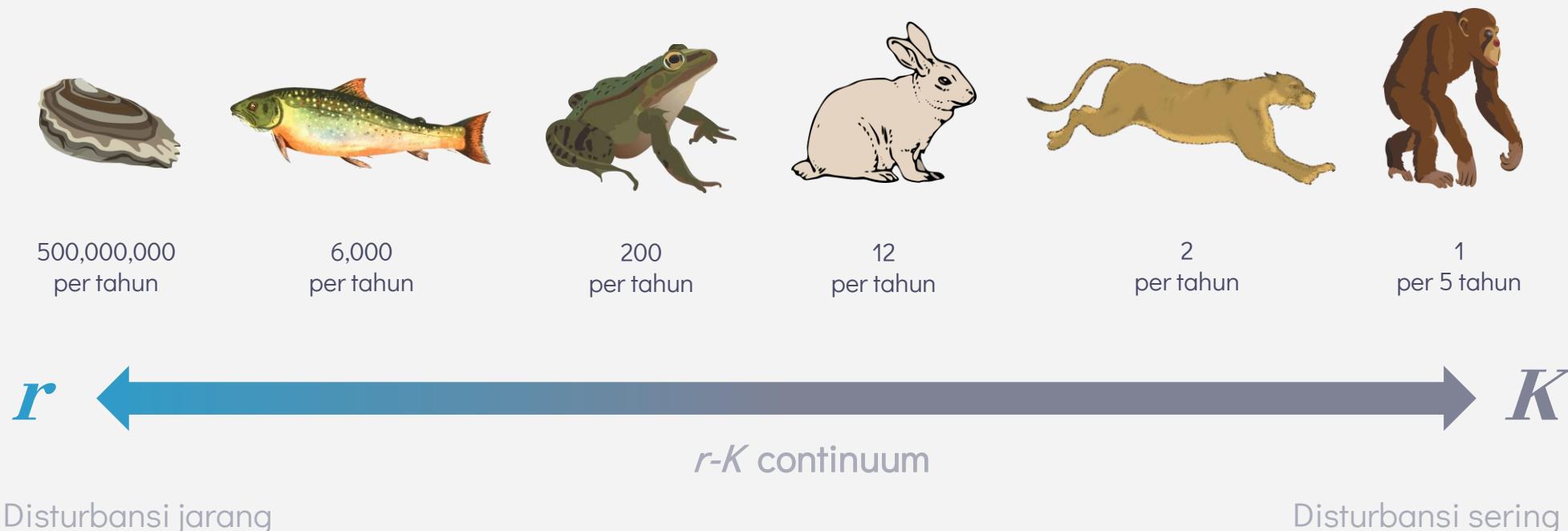


# POPULASI SPESIES TERSELEKSI- $r$ dan - $K$



# SKALA $r$ - $K$ DALAM STRATEGI REPRODUKSI: JUMLAH KETURUNAN vs PERAWATAN INDUK

JENIS STRATEGI SEJARAH HIDUP





# *TRADE-OFF* DALAM REPRODUKSI

# KOMPROMI DALAM STRATEGI SEJARAH HIDUP

Strategi sejarah hidup adalah kompromi dalam alokasi energi.

- ❖ Reproduksi vs penyintasan di masa depan.
- ❖ Reproduksi vs pertumbuhan di masa depan.
- ❖ Reproduksi di masa kini vs di masa depan.

# KOMPROMI DALAM STRATEGI SEJARAH HIDUP

Sejumlah tumbuhan menghasilkan biji kecil, tapi banyak.

Tumbuhan lain menghasilkan biji besar, tapi sedikit.



Korelasi umum antara jumlah dan ukuran keturunan.



# KOMPROMI DALAM STRATEGI SEJARAH HIDUP

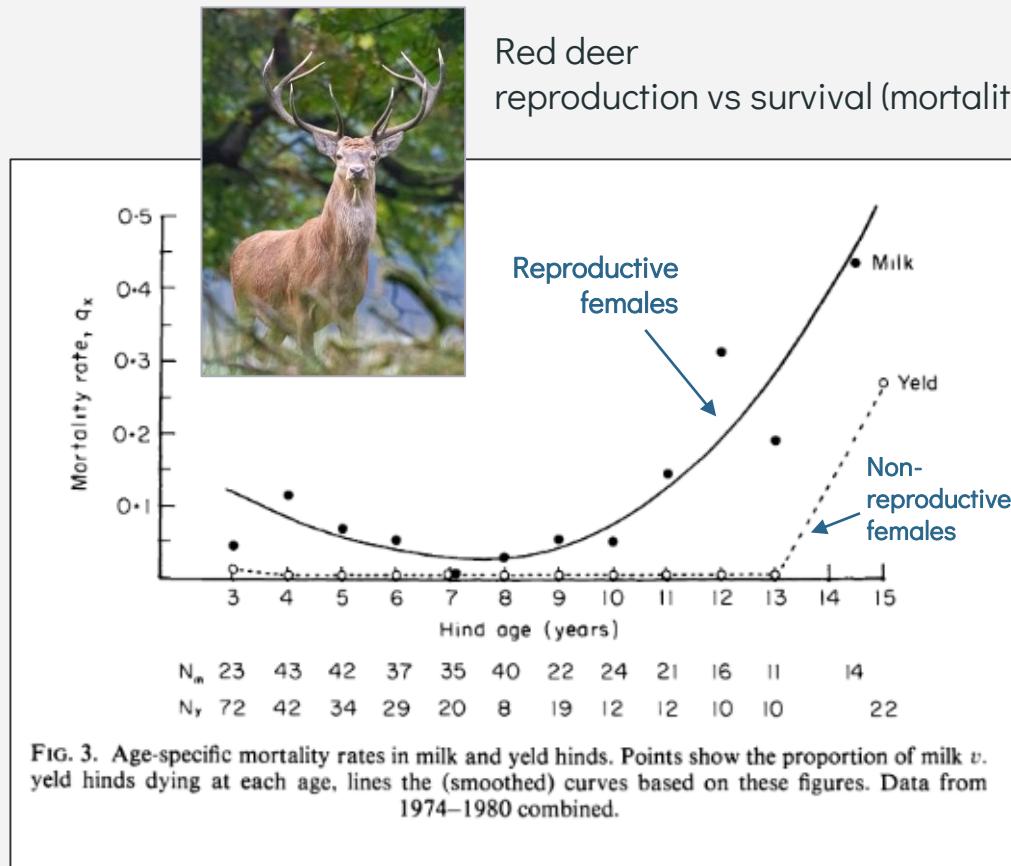


FIG. 3. Age-specific mortality rates in milk and yeld hinds. Points show the proportion of milk *v.* yeld hinds dying at each age, lines the (smoothed) curves based on these figures. Data from 1974–1980 combined.

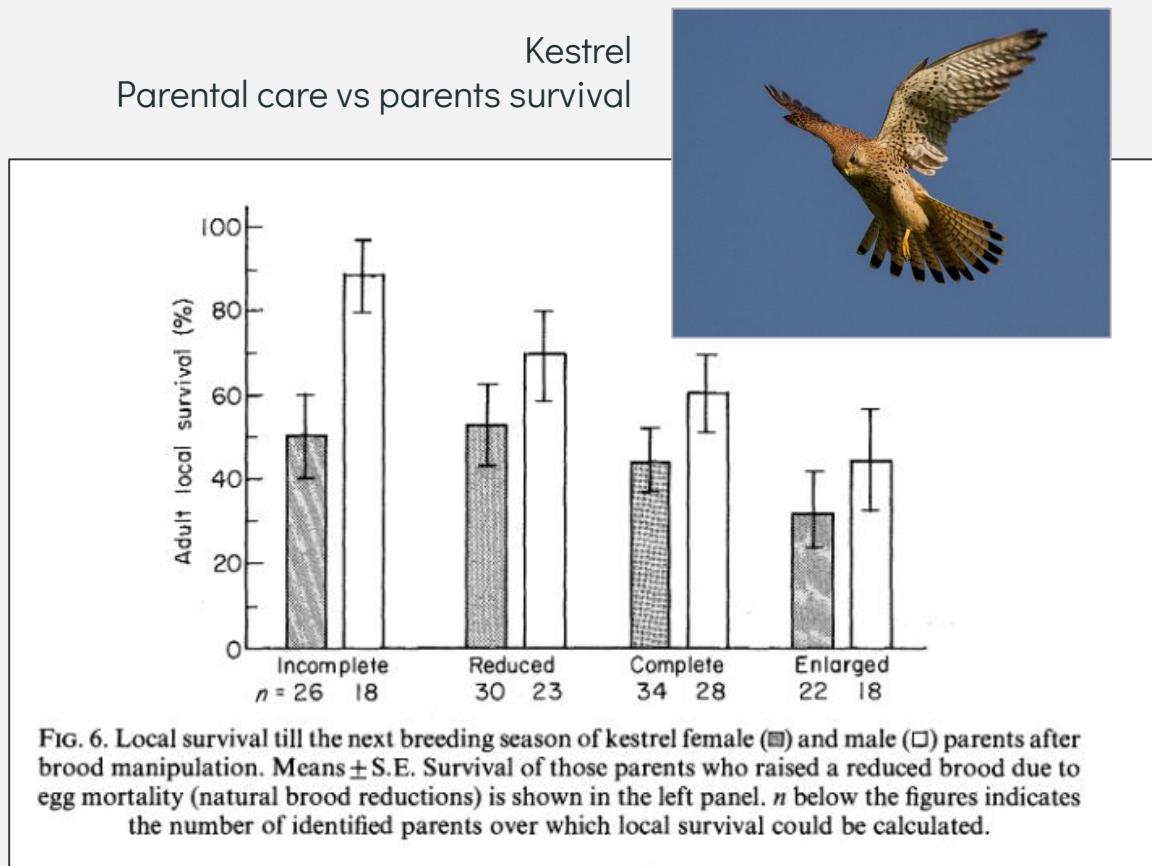


FIG. 6. Local survival till the next breeding season of kestrel female (■) and male (□) parents after brood manipulation. Means  $\pm$  S.E. Survival of those parents who raised a reduced brood due to egg mortality (natural brood reductions) is shown in the left panel. *n* below the figures indicates the number of identified parents over which local survival could be calculated.



# KOMPROMI DALAM STRATEGI SEJARAH HIDUP

Big brown bat (*Eptesicus fuscus*)

Umur panjang (14 tahun), fekunditas  
relatif rendah (1–2) dibandingkan  
mamal lain seukurannya.

# CATATAN: FAKTOR STOKASTISITAS

Proses stokastik mempengaruhi dinamika populasi.

Dapat mengakibatkan kepunahan populasi.

## Stokastisitas **demografis**

- ❖ Variasi akibat efek random antar individu.

## Stokastisitas **lingkungan**

- ❖ Variasi akibat efek random lingkungan.



A close-up photograph of two prairie dogs. One is in the foreground, facing right, with its front paw resting on the back of the other. The second prairie dog is partially visible behind it, looking towards the camera. They are in a dry, grassy field under a clear sky.

## REFERENCES

1. Audesirk T, Audesirk G, and Byers BE. 2017. Biology: Life on earth with physiology 11<sup>th</sup> edition (Chapter 27). Essex (UK): Pearson Education.
2. Aziz S, Shaukat S. 2012. Population ecology of *Cleome viscosa* L., a desert summer annual. Pak J Bot 44(5): 1633-1638, [https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/44\(5\)/22.pdf](https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/44(5)/22.pdf).
3. Begon M, Harper JL, Townsend CR. 1996. Ecology. Oxford: Blackwell Science.
4. Clutton-Brock TH, Guinness FE, Albon SD. 1983, The Costs of Reproduction to Red Deer Hinds. J Anim Ecol 52(2), 367–383. doi:10.2307/4560.
5. Dijkstra C, Bult A, Bijlsma S, Daan S, Meijer T, Zijlstra M. 1990. Brood Size Manipulations in the Kestrel (*Falco tinnunculus*): Effects on Offspring and Parent Survival. J Anim Ecol 59(1), 269–285. doi:10.2307/5172.
6. Rockwood LR. 2015. Introduction to Population Ecology. John Wiley & Sons Ltd.
7. Rye C, Wise R, Jurukovski V, DeSaix J, Choi J, Avissar Y. 2016. Biology. Houston (TX): OpenStax. Available for free from <https://openstax.org/books/biology/pages/1-introduction>.
8. Smith TM, Smith RL. 2014. Elements of Ecology. Pearson.
9. [Life Tables. Lecture material. Western Oregon University.](#)
10. [Population Ecology: Life History Strategies. Knox College.](#)



# CREDITS

## DESIGN CREDITS

- Presentation template by Slidesgo
- Icons by Flaticon

## IMAGE CREDITS (IN ORDER OF APPEARANCE)

1. [Signpost], Clker-Free-Vector-Images, <https://pixabay.com/images/id-296490/>, Pixabay license.
2. [Moose], ArtTower, <https://pixabay.com/images/id-1899970/>, Pixabay license.
3. [Sea turtle baby], Mike Brice, <https://pixabay.com/photos/sea-turtle-baby-young-survival-356125/>, Pixabay license.
4. [Anise swallowtail life cycle], Bugboy52.40, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anise\\_Swallowtail\\_Life\\_Cycle.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anise_Swallowtail_Life_Cycle.svg), CC BY-SA 3.0.
5. [Life cycle of commander butterfly], Rajeeshraghav, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lifecycle\\_of\\_Commander\\_butterfly.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lifecycle_of_Commander_butterfly.jpg), CC BY-SA 4.0.
6. [Cow parsley buds], zhouhao509, <https://pixabay.com/images/id-428720/>, Pixabay license.
7. [Angkor Wat temple], James Wheeler, <https://unsplash.com/photos/9zXMb-E8pI0>, Unsplash license.
8. [Bee warm], Ruth Archer, <https://pixabay.com/images/id-2541590/>, Pixabay license.
9. [Giraffes], LIsa Martin, <https://pixabay.com/images/id-4003693/>, Pixabay license.
10. [Flower in drought], klimkin, <https://pixabay.com/images/id-887443/>, Pixabay license.
11. [Butterfly swarm], Jürgen Köditz, <https://pixabay.com/images/id-2513776/>, Pixabay license.
12. [Cohort illustration (with modifications)], Begon et al., 1996, Ecology, Fair Use.
13. [*Cleome viscosa*], Kevin Thiele from Perth, Australia, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cleome\\_viscosa\\_\(7596847412\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cleome_viscosa_(7596847412).jpg), CC BY 2.0.
14. [*Cleome viscosa*], 2010 Jee & Rani Nature Photography, [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Yellow\\_Spider\\_Flower\\_Cleome\\_viscosa.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Yellow_Spider_Flower_Cleome_viscosa.jpg), CC BY-SA 4.0.
15. [Table 1. Life table of *Cleome viscosa* individuals inhabiting site A], Aziz S & Shaukat S, 2012, [https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/44\(5\)/22.pdf](https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/44(5)/22.pdf). Fair Use.



# CREDITS

## IMAGE CREDITS (IN ORDER OF APPEARANCE)

16. "Dall Sheep", NPS Photo/Katie Thoresen, <https://flic.kr/p/npetWu>, CC BY 2.0.
17. [Dall mountain sheep life table],  
[http://faculty.jsd.claremont.edu/dmcfarlane/bio146mcfarlane/pdf/life%20tables\\_Lab%20Intro.pdf](http://faculty.jsd.claremont.edu/dmcfarlane/bio146mcfarlane/pdf/life%20tables_Lab%20Intro.pdf).
18. [Dall sheep], Denali National Park and Preserve,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Dall\\_sheep\\_in\\_denali.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Dall_sheep_in_denali.jpg), CC BY 2.0.
19. [Grey squirrel], Dan Foy, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20080128-3185-2b.jpg>, CC BY 2.0.
20. [Locusts], [Roy Buri](#), <https://pixabay.com/images/id-5555826/>, Pixabay license.
21. [Grey squirrel mortality and survivorship], [http://faculty.fortlewis.edu/dott\\_c/Bio%20320-Ecology/220%20Lectures/Wk6-Pops/Wk6-1\\_SpPops.htm](http://faculty.fortlewis.edu/dott_c/Bio%20320-Ecology/220%20Lectures/Wk6-Pops/Wk6-1_SpPops.htm). Fair Use.
22. [Regrowth], [qinghill](#), <https://unsplash.com/photos/x8MZ2MoEKLE>, Unsplash license.
23. [Figure 45.6. Survivorship curves], OpenStax, <https://openstax.org/books/biology/pages/45-1-population-demography>, CC BY 4.0.
24. [Blueberries], [blizniak](#), <https://pixabay.com/images/id-221193/>, Pixabay license.
25. [Humpback whale], [Jorge Vasconez](#), <https://unsplash.com/photos/M-dBzCRIzmk>, Unsplash license.
26. [Vitamin C fruits], [pasja1000](#), <https://pixabay.com/images/id-3684098/>, Pixabay license.
27. [Passing sun light], [Jeremy Bishop](#), <https://unsplash.com/photos/EwKXn5CapA4>, Unsplash license.
28. [Spider in the net], [Dirk Ribbler](#), <https://unsplash.com/photos/4ddQ7mIdg0o>, Unsplash license.
29. [Piglets], [용한 배](#), <https://pixabay.com/images/id-5478267/>, Pixabay license.
30. [Mayfly], [Richard Bartz](#),  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhithrogena\\_germanica\\_subimago\\_on\\_Equisetum\\_hyemale.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhithrogena_germanica_subimago_on_Equisetum_hyemale.jpg), CC BY-SA 2.5.
31. [Pacific Salmon], [USEPA Environmental-Protection-Agency](#),  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:July\\_2010,\\_Spawning\\_male\\_sockeye\\_\(6990781448\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:July_2010,_Spawning_male_sockeye_(6990781448).jpg), Public Domain.
32. [Mouse opossum], [Geoff Gallice](#), [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Flickr\\_-\\_ggallice\\_-\\_Mouse\\_opossum.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Flickr_-_ggallice_-_Mouse_opossum.jpg), CC BY 2.0.
33. [Gypsy moth], [Ben Sale](#), [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gypsy\\_Moth\\_\(35955436354\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Gypsy_Moth_(35955436354).jpg), CC BY 2.0.
34. [Maizel], [Spedona](#), [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corntassel\\_7095.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corntassel_7095.jpg), CC BY-SA 3.0.



# CREDITS

## IMAGE CREDITS (IN ORDER OF APPEARANCE)

35. [Elephant family], Sonse, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elephant\\_Family\\_\(37744228571\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Elephant_Family_(37744228571).jpg), CC BY 2.0.
36. [Human family], Tiluria, <https://pixabay.com/photos/human-family-children-personal-2833795/>, Pixabay license.
37. [Birds family], Paul panamkunnil, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Birds\\_family.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Birds_family.jpg), CC BY-SA 4.0.
38. [Cats], jonasjovaisis, <https://pixabay.com/photos/cat-family-pet-love-happy-animal-727262/>, Pixabay license.
39. [Agave Americana], Alvesgaspar, [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Agave\\_July\\_2011-1.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Agave_July_2011-1.jpg), CC BY-SA 3.0.
40. [Tree and clear sky], Hasin Farhan, <https://unsplash.com/photos/7J-4ffEyFOY>, Unsplash license.
41. [School of clown fish], Pratik Mehta, <https://unsplash.com/photos/UcgKATDO6QI>, Unsplash license.
42. [Grey rhino], Mandy Henry, <https://unsplash.com/photos/CEo0hYMqlLY>, Unsplash license.
43. [r and K selection (redrawn and modified)], Anonymous, [http://www.bio.miami.edu/tom/courses/bil160/bil160goods/16\\_rKselection.html](http://www.bio.miami.edu/tom/courses/bil160/bil160goods/16_rKselection.html), Fair Use.
44. [The r-K scale of reproductive strategy (redrawn)], Rushton JP (1997): Race, Evolution, and Behavior: A Life History Perspective. Fair Use,
45. [Oyster], OpenClipart-Vectors, <https://pixabay.com/images/id-576545/>, Pixabay license.
46. [River trout], OpenClipart-Vectors, <https://pixabay.com/images/id-2026227/>, Pixabay license.
47. [Frog], Jose R. Cabello, <https://pixabay.com/images/id-2457343/>, Pixabay license.
48. [Rabbit], Clker-Free-Vector-Images, <https://pixabay.com/images/id-47898/>, Pixabay license.
49. [Cougar], Clker-Free-Vector-Images, <https://pixabay.com/images/id-48377/>, Pixabay license.
50. [Chimpanzee], Jose R. Cabello, <https://pixabay.com/images/id-2404291/>, Pixabay license.
51. [Leaves and fruits], Karolina Badzmierowska, <https://unsplash.com/photos/KW3kWikn5cI>, Unsplash license.
52. [Brown fruit], Mehmet Turgut Kirkgoz, <https://unsplash.com/photos/-hHRYy8p8KE>, Unsplash license.
53. [Coconuts], Michael Reiss, <https://pixabay.com/images/id-1625018/>, Pixabay license.
54. [Dandelion], photogrammer7, <https://pixabay.com/images/id-2885289/>, Pixabay license.
55. [Male red deer], Istvan Pocsai, <https://pixabay.com/images/id-5623010/>, Pixabay license.



# CREDITS

## IMAGE CREDITS (IN ORDER OF APPEARANCE)

56. "Common kestrel in flight", Вых Пыхманн, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Common\\_kestrel\\_in\\_flight.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Common_kestrel_in_flight.jpg), CC BY-SA 3.0.
57. [Figure 3. Age-specific mortality rate in red deer], Clutton-Brock et al. (1983), doi:10.2307/4560. Fair Use.
58. [Figure 6. Local survival of kestrels], Dijkstra et al (1990). doi:10.2307/5172. Fair Use.
59. [Big brown bat], Matt Reinbold from Bismarck, ND, USA - Not So Scary, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9410198>, CC BY-SA 2.0.
60. "Healthy hibernating big brown bat", Ann Froschauer/USFWS, <https://flic.kr/p/bpxL1q>, CC BY 2.0.
61. [Hurricane Dennis], David Mark, <https://pixabay.com/images/id-81665/>, Pixabay license.
62. [Hug], Lolame, <https://pixabay.com/images/id-3341382/>, Pixabay license.
63. [Giraffes], Clarence Alford, <https://pixabay.com/images/id-3827582/>, Pixabay license.



END.

48



Materi kuliah ini dilisensikan di bawah lisensi  
**Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.**