

BAHAN DISKUSI

MATERI KONSEP POPULASI DALAM EKOLOGI

Populasi memang sering digunakan untuk pengertian yang tidak seragam, tetapi dalam kaitannya dengan studi ini yang dimaksudkan ialah populasi dari spesies-spesies organisme. Pengertiannya dirumuskan sebagai kumpulan individu organisme di suatu tempat yang memiliki sifat serupa, mempunyai asal-usul yang sama, dan tidak ada yang menghalangi individu anggotanya untuk berhubungan satu sama lain dan mengembangkan keturunannya secara bebas karena individu itu merupakan kumpulan heteroseksual.

Berangkat dari pengertian populasi yang baru saja ditulis, maka di atas planet bumi pada saat ini kurang-lebih ditemui 5 juta spesies vegetasi, 10 juta spesies binatang dan mungkin sebanyak 2-3 juta spesies mikroorganisme yang kira-kira baru 10% dari semua organisme itu baru berhasil diidentifikasi dan diberi nama. Kemajuan teknologi industri yang beragam akhir-akhir ini telah membinasakan banyak spesies-spesies itu sampai punah sebelum dikenal dan diberi nama, hingga kini orang banyak berspekulasi tentang keberadaan mereka itu seperti juga spekulasi tentang keberadaan nenek moyang manusia pada masa lalu.

Secara ilmiah populasi yang sudah dikenal itu dapat dikelompokkan menurut sifat-sifat pokoknya dalam dua golongan. *Pertama*, adalah organisme yang sama-sama memiliki sifat biologik pada jenjang yang lebih bawah dan *kedua*, yang memiliki sifat unik yang hanya dapat dikenali pada populasi tertentu. Populasi dengan sifat unik itu dikenal juga dalam jenjang organisasi biologik di atas populasi yaitu komunitas yang akan dibahas kembali bagaimana kelompok-kelompok unik itu terjadi. Pembahasan pertama tulisan ini, ingin menelusuri sifat individu organisme yang inheren dengan sifat populasi, yang watak diagnostiknya biasa dirumuskan adalah tumbuhan (*growth*), reaksi (*respons*) terhadap lingkungannya, dan reproduksi. Maka dapat dikatakan bahwa populasi adalah makhluk hidup yang memperlihatkan gejala tumbuh, reaksi dan biasanya melaksanakan reproduksi yang sama, watak itupun sekaligus merupakan sifat populasi.

Di luar watak populasi dan anggotanya itu adalah sifat kebersamaan (kolektif) seperti laju kelahiran dan laju kematian, kemampuan bertahan hidup (*survivorship*) dan umur. Pada dasarnya populasi memperlihatkan secara unik sifat-sifat kolektif itu, hingga para ahli ekologi populasi memusatkan studinya kepada defenisi, asal-usul, keberadaan, kelimpahan, penyebaran, perilaku dan interaksi-interaksi spesies. Yang pertama-tama hendak dibahas disini ialah apa yang dimaksud sifat-sifat dinamika populasi seperti tumbuh dan regulasinya, keberhaluan (periodisitas) serta stabilisasi, reproduksi dan teritorialitas.

B. Pertumbuhan Populasi

Dari beberapa sifat dinamis populasi itu yang fundamental ialah tumbuhan yaitu untuk menambah jumlah individu. Tumbuh dirumuskan sebagai sifat esensial yang membedakan populasi hidup dan materi mati.

Laju pertumbuhan populasi dinyatakan dalam jumlah individu dimana dalam pertambahan populasi dibagi jangka waktu terjadinya penambahan ini yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t}$$

Dimana N = jumlah individu populasi asal

Δ = besarnya perubahan

t = waktu

Jadi ΔN menunjukkan setiap perubahan individu dalam populasi dan Δt interval waktu dari perubahan itu.

Apabila dipersoalkan populasi yang bertambah atau berkurang iindividu-individu anggotanya karena migrasi, perubahan itu secara positif hanya dapat diisi oleh keturunannya. Hal itu misalnya, kelahiran atau natalitas yang harus terjadi. Ada beberapa cara untuk menghitung natalitas, akan tetapi selalu dihubungkan dengan kematian atau mortalitas yang juga terjadi. Keseluruhan proses yang berjalan ini disebut *laju pertumbuhan*.

Konsep mendasar dari fenomena pertumbuhan populasi itu ialah *pertumbuhan eksponensial*.

Pertambahan populasi dapat dinyatakan dengan perbedaan antara natalitas dan mortalitas secara instan. Jadi ΔN dalam persamaan di atas dN dan Δt , dt besarnya perubahan pada suatu momen waktu.

Laju pertumbuhan populasi dengan demikian adalah:

$$\frac{dN}{dt}$$

karena kemudian natalitas dan mortalitas diberikan tanda B dan D, maka

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = B - D$$

Oleh karena ukuran B dan D tergantung dari ukuran populasi yang harus terkait secara matematik maka ditulis

$$B = bN \text{ dan } D = dN \quad \dots\dots\dots(4-2)$$

Hingga $\frac{\Delta N}{\Delta t} = bN - dN \quad \dots\dots\dots(4-3)$

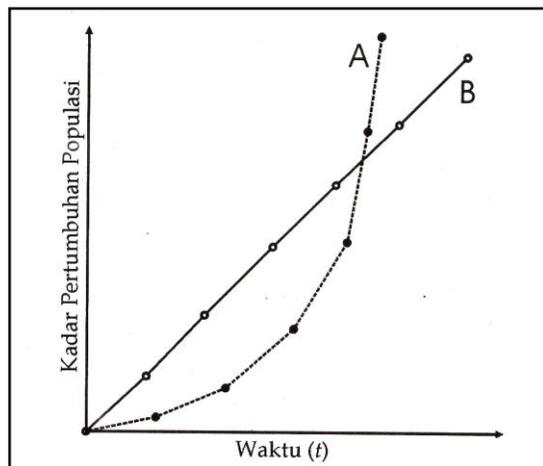
Atau $\frac{\Delta N}{\Delta t} = (b - d)N \quad \dots\dots\dots(4-4)$

Dalam prakteknya $(b-d)$ diganti konstanta r hingga laju pertumbuhan intrinsik dapat ditulis $\frac{\Delta N}{\Delta t} = r.N$

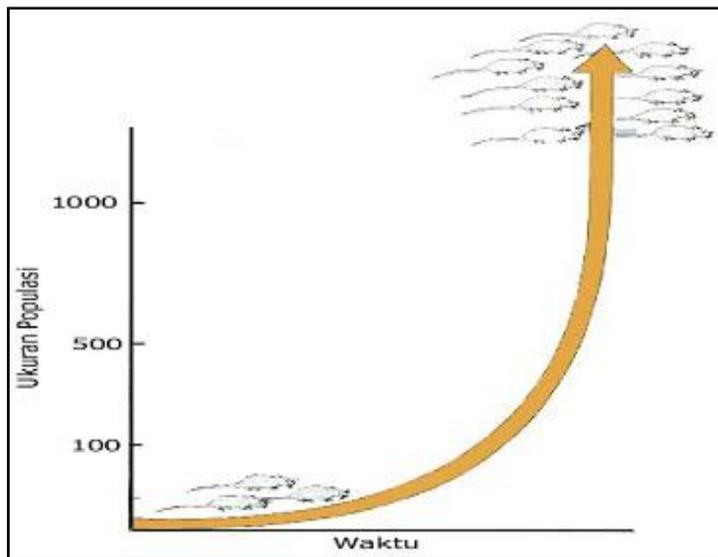
yang ekuivalen dengan

$$\frac{dN}{dt} = r.N \quad \dots\dots\dots(4-5)$$

jika rumusan aritmatik di atas diplot dalam suatu sistem salib sumbu, dapatlah digambarkan bentuk J dari kurva pertumbuhan populasi A di bawah ini. Dengan memplot nilai logaritmik bagi nilai aritmatik di atas, hubungan grafik menjadi garis lurus B seperti terlukis juga dalam gambar 4.1. itu.



Gambar 4.1. kurva eksponensial hubungan aritmatik waktu terhadap kadar penambahan populasi menghasilkan garis titik A, bentuk J, garis lurus tebal B merupakan hubungan logaritmiknya.



Gambar 4.2 Kurva pertumbuhan eksponensial

Sudut garis tersebut adalah nilai r ; setiap kadar peningkatan bernilai positif menghasilkan pertumbuhan populasi eksponensial. Apabila d lebih tinggi dari pada b , r bernilai negatif yang berarti populasi menurun apabila berlanjut akan menuju kepunahan.

Bakteri dan amuba yang pertumbuhannya terjadi dengan cara membagi diri, apabila kondisi lingkungannya menunjang memiliki kapasitas pertambahan yang fantastis yaitu pertumbuhan eksponensialnya dapat berlanjut tanpa gangguan. Menurut R.H MacArthur dan J.H Connel dalam Boughey (1973) bakteri yang membagi diri setiap 20 menit akan membangun koloni yang dapat meliputi permukaan bumi ini setinggi 1 kaki hanya dalam 1,5 hari yang apabila ditunggu lagi selama 1 jam manusia akan terkubur oleh bakteri-bakteri itu.

Dalam lingkungan kondisi ideal apabila tidak ada hambatan fisik dan biologik, populasi dapat dipandang memiliki *kadar pertambahan intrinsik maksimal*. Kemampuan populasi berkembang eksponensial secara maksimum ini dikatakan *potensi biotik*, akan tetapi hal tersebut merupakan kenyataan teoretik yang dalam kenyataannya disebut *kadar pertumbuhan intrinsik nyata*.

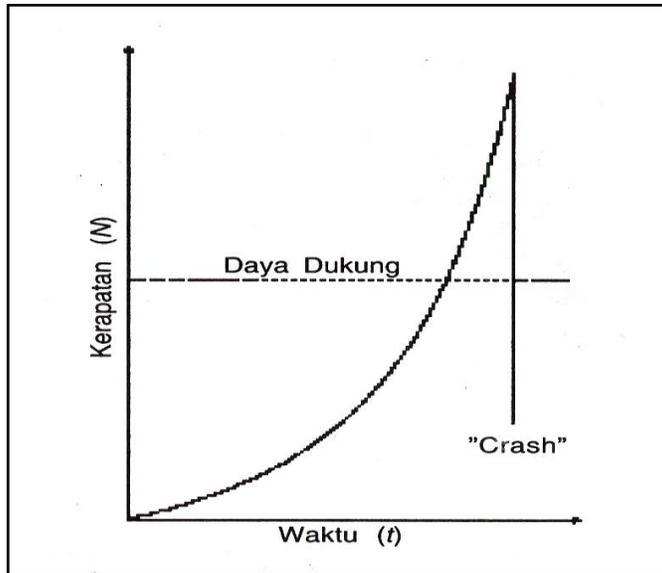
Contoh yang menonjol misalnya populasi ikan paus yang potensinya rendah, akan tetapi secara alami paus itu pun menunjukkan kadar mortalitas yang rendah pula sebanding dengan jumlah populasi secara alami yang rata-ratanya tetap dipantau. Hal ini terjadi juga bagi organisme lain hingga pada kenyataannya teori pertumbuhan populasi eksponensial senantiasa mendapat perlawanan lingkungan (*environmental resistance*) yang menurunkan natalitas dan meningkatkan mortalitas.

Perlawanan lingkungan di atas itu diberi simbol K hingga apabila simbol itu dimasukkan dalam rumusan aritmatik lama dapatlah ditulis :

$$\frac{dN}{dt} = r.N \frac{(K - N)}{K} \dots\dots\dots (4-6)$$

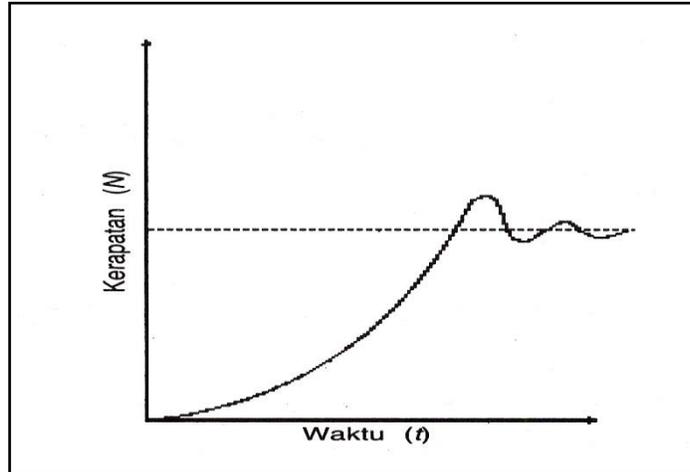
Pembatasan terhadap potensi biotik suatu populasi yang berlaku pada ukuran populasi tertentu disebut daya dukung (*carrying capacity*) yang biasanya disebabkan oleh habisnya pakan atau ruang.

Pengaruh tiba-tiba terhadap daya dukung akan tampak dari kurva potensi biotik menukik curam yang sering terjadi karena kehabisan pakan secara tiba-tiba, pada gilirannya potensi biotik populasi gagal dan populasi hancur (*crash*) dilukiskan pada Gambar 4.3.



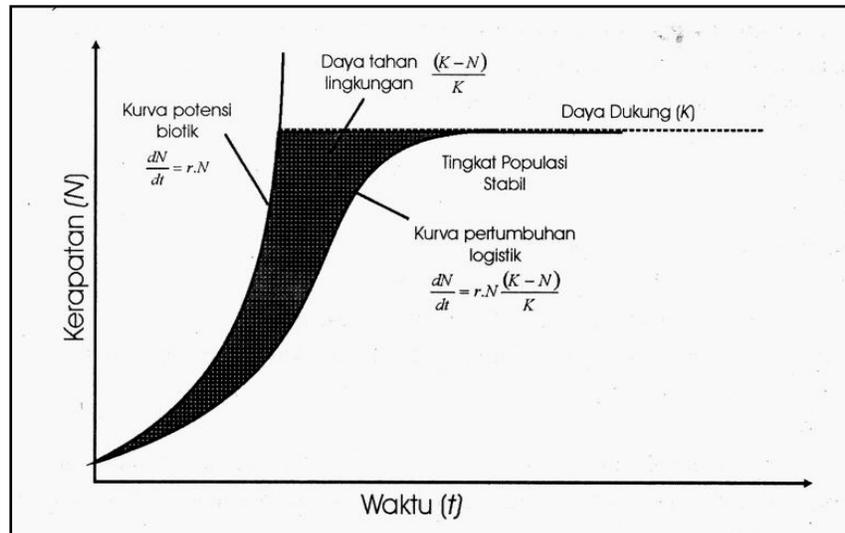
Gambar 4.3 Contoh pertumbuhan populasi teoretis yang gagal, mengakibatkan kehancuran (*crash*).

Seringkali proses peningkatan lalu penurunan kembali jumlah populasi itu berlangsung lunak hingga goyangannya di sekitar garis daya dukung berlangsung makin lemah walaupun akhirnya dapat juga terjadi *crash*.



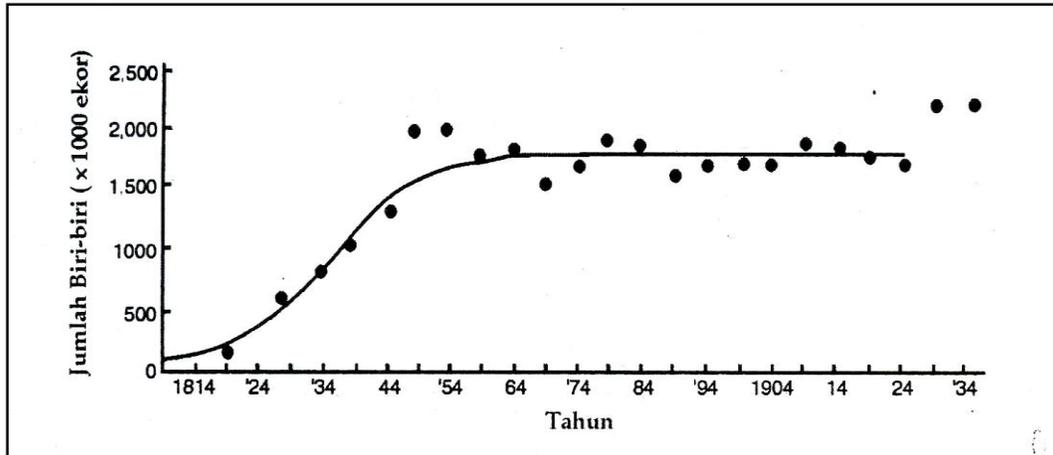
Gambar 4.4 Contoh pertumbuhan populasi teoretis dengan bentuk kurva J yang mengalami kegagalan-kegagalan kecil bergoyang di sekitar daya dukungnya.

Hubungan potensi biotik, kurva pertumbuhan populasi dan daya dukung lingkungan ditampilkan pada Gambar 4.1. yang terjadi pada spesies-spesies populasi hewan, vegetasi dan mikroorganisme yang kurvanya mengikuti kecenderungan bentuk S (sigmoid).



Gambar 4.5. Contoh hubungan teoretik antara potensi biotik, pertumbuhan logistik dan daya tahan lingkungannya (*environmental resistance*).

Contoh praktek dari teori di atas dilaporkan oleh Odum (1971) dari pengalaman di Tasmania dimana biri-biri dimasukkan pertamakalinya kesana pada awal abad XIX yang mencapai populasi asimptotik sebanyak 1,7 juta ekor setengah abad kemudian.



Gambar 4.6. Pertumbuhan populasi biri-biri di Tasmania sejak awal abad pertengahan hingga mencapai kecenderungan asimptotik pada jumlah populasi 1,7 juta biri-biri. Titik-titik menunjukkan jumlah rata-rata setiap lima tahun.

Daya tahan lingkungan yang pada umumnya menjadikan kurva kadar pertumbuhan populasi cenderung mendatar dalam pertumbuhan logistik disebabkan oleh interaksi spesies-spesies secara kompetisi dan atau predasi yang akan diuraikan lagi nanti.

Di sini ingin digaris bawahi akan pemanfaatan persamaan (4-5) bukan semata-mata untuk mencari kadar perubahan tetapi juga dapat digunakan untuk menaksir ukuran populasi (*population size*) sebagai berikut:

$$N = N_0 e^{rt}$$

Di mana N = ukuran populasi awal

N_0 = dasar logaritma 2.718628

e = kadar pertumbuhan populasi sesaat

rt = waktu pengukuran N_0 dan kurun waktu mencapai ukuran N yang diharapkan.

Perlu ditambahkan catatan bahwa persamaan di atas hanya berlaku untuk kadar pertumbuhan eksponensial hingga pada dasarnya merupakan kenyataan teoretik, aplikasinya terbatas.

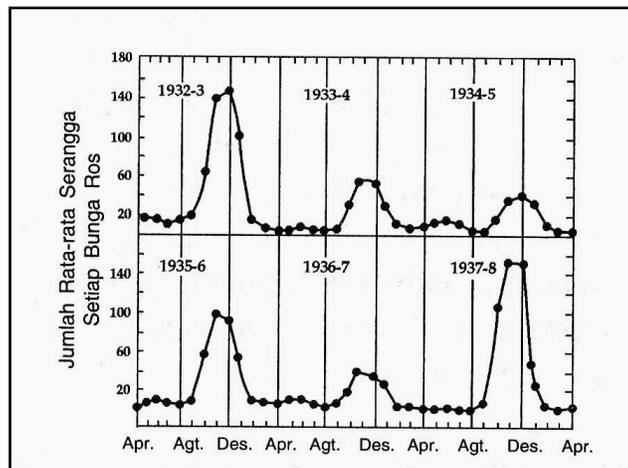
Pada dasarnya konsep pertumbuhan populasi yang ditelusuri bagi makhluk bukan manusia harus berlaku juga bagi manusia yang disebut oleh para pakar sebagai dinamika populasi, atau demografi. Akan tetapi para pakar biasanya membuat patokan-patokan khusus bagi manusia seperti perumusan laju intrinsik alami dan populasi stabil. Oleh sebab itu fenomena dinamika populasi pada manusia pada umumnya tidak mengacu kepada contoh spesies lain, istilah yang diterapkan kepada demografi acapkali memiliki arti yang tidak sama dari suatu istilah yang digunakan pada populasi spesies yang bukan manusia.

C. Kerapatan Populasi

Vegetasi binatang di alam bebas, ukuran populasinya di suatu tempat tertentu kerapatan populasi (*population density*) biasanya tergantung dari imigrasi ke, atau emigrasi ke luar tempat yang dimaksud.

Dihubungkan dengan dinamika populasi, pernyataan yang baru saja diungkap itu sesungguhnya tidak berbeda dengan menyoroti peningkatan laju kelahiran serta peningkatan laju kematian. Karena pengaruh di atas itu, ukuran populasi suatu spesies tidak akan sama dengan ukuran dan spesies-spesies lainnya, namun cenderung mempunyai ukuran besaran tertentu yang disebabkan oleh faktor penyebab yang tidak sama, kenyataan inilah yang menjadi kontroversi diantara para pakar ekologi. Pada umumnya faktor penyebab itu ialah persediaan pakan dan atau lingkungan fisik populasi.

Satu contoh misalnya, digambarkan pada populasi sebangsa serangga daun (*thrips*) yang karena cuaca menyebabkan mobilitasnya berbeda, tidak sama jumlahnya yang dapat mencapai sekuntum bunga ros, pada gilirannya ukuran populasinya bervariasi seperti gambar 4.6. dengan mengambil contoh lain yaitu; gajah yang bertubuh besar, yang rendah potensi biologiknya dengan cepat dapat merusak lingkungan hidupnya, hingga persediaan pangannya

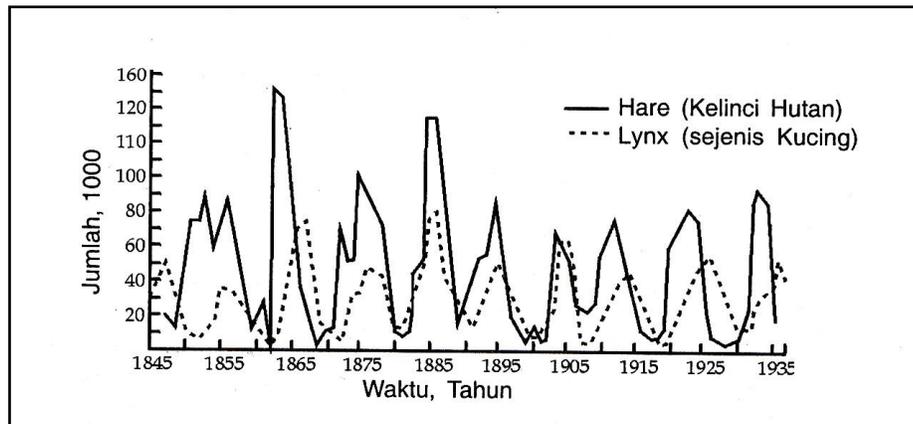


Gambar 4.7. Perubahan berkala populasi thrip dewasa yang hidup pada semak-semak bunga ros.

Juga cepat terkuras sehingga mengakibatkan angka kematian tinggi tetapi angka kelahiran rendah yang akhirnya angka kematian akan turun kembali diikuti meningkatnya angka kelahiran.

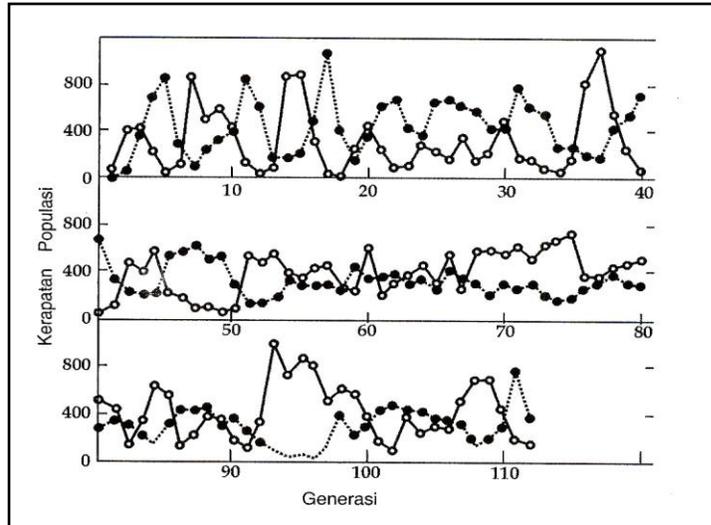
Fenomena itu secara kontroversi dijelaskan oleh pakar-pakar ekologi populasi yang menerangkan semua itu terjadi akibat perubahan langsung lingkungan populasi, sedangkan pakar-pakar biologi fungsional mengatakannya terjadi secara evolusioner melalui seleksi alam.

Menyelesaikan permasalahan atas kontroversi di atas seperti teori yang menyatakan fenomena perbedaan itu disebabkan oleh pertumbuhan yang berbeda karena faktor-faktor yang berbeda, *pertama*, faktor ketergantungan kepada kerapatan dan *kedua*, faktor ketidaktergantungan kepada kerapatan. Dalam kaitan teori yang baru diungkap misalnya, ditampilkan bagi pengendalian oleh faktor ketergantungan kerapatan pada hubungan interaksi predasi (pangsa-memangsa) seperti di antara sejenis kucing liar di Amerika, Lynx (pangsa/predator) dengan sejenis kelinci di sana, Hare (mangsa/prey) yang kecenderungannya tergambar pada Gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.8. Contoh klasik osilasi siklik kerapatan populasi digambarkan oleh fluktuasi jumlah pangsa dan jumlah pemangsa.

Ukuran populasi tumbuh-tumbuhan pada mulanya kurang diteliti tetapi kemudian populasi vegetasi sangat ditentukan oleh lingkungannya, ukuran populasinya dikendalikan oleh faktor habitat ketidaktergantungannya kepada kerapatannya. Contoh lain dari ketergantungan ukuran populasi ialah dalam kasus hubungan antara parasit dengan inangnya seperti, kumbang kacang (*bean weevil*) *Callosobruchus chinensis* dengan semacam lalat (*wasp*) *Heterospilus prosapidius* yang ditampilkan pada gambar 4.8 di bawah ini.



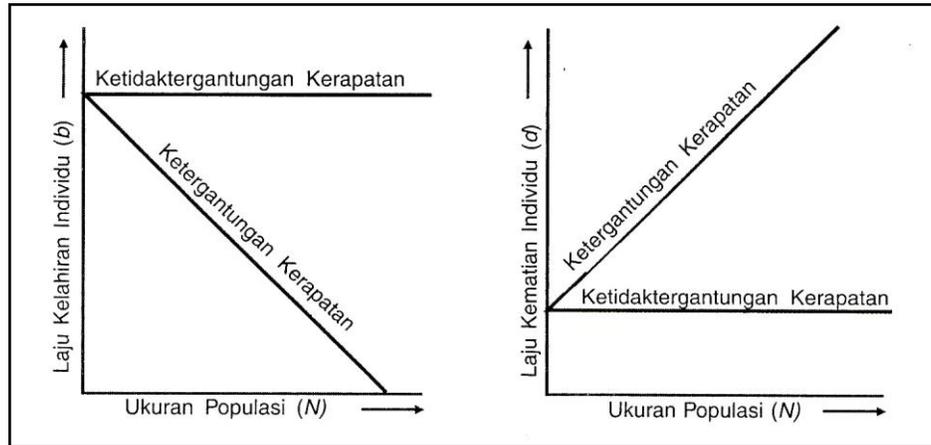
Gambar 4.9. Fluktuasi kerapatan populasi dalam interaksi tumbuhan inang *Callosobruchus chinensis* dengan parasitnya *Heterospilus prosapidius*.

Contoh lain dari pengendalian faktor ketergantungan pada kerapatan sudah dikenal luas dalam fenomena wilayah. Fenomena ini banyak diamati pada kehidupan burung yang kuat sekali sifat wilayahnya, mudah dipantau pada musim bertelur. Dalam situasi demikian burung jantan biasanya terusir oleh jantan yang menguasai wilayah, begitu pula dengan betinannya, karena jantan-jantan itu cenderung berpasangan-pasangan.

Apabila pertumbuhan populasi sepenuhnya dikendalikan oleh faktor-faktor ketergantungan kerapatan, barangkali daya tahannya tidak akan terlalu lama. Populasi semacam itu akan berfluktuasi sepanjang daya dukung lingkungan (K) tergantung pada faktor-faktor ketidaktergantungan kerapatan yang mengendalikannya. Apabila bergoyang ke bawah tidak akan ada faktor ketergantungan yang mengendalikannya untuk memahami jumlah penurunan. Dalam keadaan demikian faktor-faktor ketidaktergantungan kepada kerapatan nilainya berlawanan sehingga populasi mengalami kepunahan. Oleh karena itu secara alami mekanisme ketergantungan kerapatan yang mengimbangnya akan merupakan penyangga pada peristiwa penurunan populasi yang merupakan bencana.

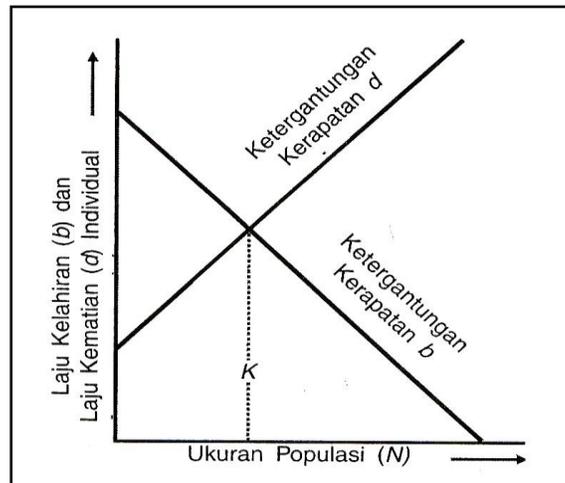
Situasi yang baru itu diuraikan pada kurva Gambar 1.9 yang menunjukkan laju pertumbuhan populasi yang dipengaruhi oleh faktor ketidaktergantungan kerapatan cenderung konstan pada ukuran populasi berapapun juga. Sebaliknya faktor ketergantungan kerapatan akan menekan laju kelahiran dalam keadaan kerapatan populasi yang meningkat. Sama halnya laju kematian akan tetap konstan apabila kerapatan populasi dipengaruhi oleh faktor-faktor ketidaktergantungan pada kerapatan. Namun akan meningkat apabila dikendalikan oleh faktor ketergantungan pada kerapatan. Akan tetapi

pertumbuhan secara alami terjadi mengikuti kurva logistik seperti pada hubungan matematik (1-6), pada nilai-



Gambar 4.10 Faktor-faktor ketergantungan pada kerapatan dan ketidaktergantungan pada kerapatan.

nilai N yang tinggi dapat terjadi $d = b$. Pada titik ini seperti telah dilihat daya dukung K digambarkan seperti pada gambar 1.10, dimana pada titik ini pertumbuhan populasi hanya dikendalikan oleh faktor-faktor ketergantungan kerapatan. Pada kenyataannya pengaruh ketergantungan kerapatan melakukan intervensi.



Gambar 4.11 Populasi stabil akibat pengaruh faktor ketergantungan pada kerapatan.

sebelum kerapatan populasi mencapai titik keseimbangannya seperti pada gambar 4.10 terutama terjadi apabila kerapatan populasi menurun. Hal itu menimbulkan kesulitan untuk menghindarkan pengaruh dari pembiakan yang terlalu dekat atau malah tidak mengadakan perkawinan silang.

Diusulkan oleh Watson dan Jenkins (1968) untuk menyisipkan faktor M terhadap rumusan logistik (4-6) seperti di bawah ini.

$$\frac{dN}{dt} = r.N \left(\frac{K-N}{K} \right) \left(\frac{N-M}{N} \right) \dots\dots\dots (4-7)$$

di mana M adalah faktor pembatas.

Apabila kerapatan populasi menurun di bawah M , kelangsungan hidup populasi tidak mungkin terjadi, cepat atau lambat akan menuju kepunahan. Perhitungan M dengan demikian sangatlah penting dalam usaha-usaha konservasi saat ini mengancam banyak spesies-spesies langka (*determination of M is obviously of vital importance in the conservation of endangered species*).

Model sederhana dari pertumbuhan populasi semuanya seperti sudah ditetapkan (deterministik) yang diperkirakan merupakan serangkaian jawaban dari kondisi-kondisi tertentu. Hal ini mungkin saja terjadi dari model populasi yang sangat besar walaupun sebetulnya masih memerlukan penghalusan dari model deterministik yang telah merangsang osilasi di sekitar nilai kerapatan tertentu. Akan tetapi bagi populasi kecil variasi biologik biasanya berintervensi untuk menawarkan hasil yang dimungkinkan seperti misalnya, apabila diamati untuk jangka lama.

Ukuran populasi itu bersifat asimtotik. Oleh karena itu, lebih rasional mensimulasikan pertumbuhan populasi secara stokastik dengan menggunakan komputer. Walaupun demikian pendekatan yang dipilih sekarang ini masih juga deterministik belum stokastik.

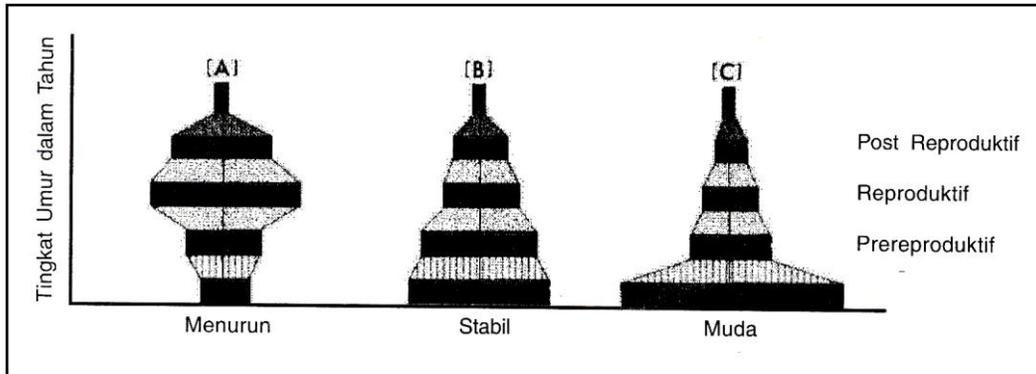
Populasi yang stabil sangat menarik apabila dikaji dari tingkat tropik bioenergetik konsumen dalam ekosistem kurang diperhatikan. Dapat diduga bahwa fenomena yang menurun bisa juga dilihat dari kurva-kurva logistik pertumbuhan populasi setiap individu berkurang karena predator hingga stabilitas harus terjadi melalui penurunan populasi dampak predasi terakhir dimana kurva logistik paling curam juga merupakan titik maksimal yang dicapai sebesar $\frac{1}{2} K$ hingga seringkali ditulis $K/2$

Konsep demografi dari faktor yang menentuka ukuran populasi selanjutnya tergantung pada dua hal yang harus dipertimbangkan. Hal-hal itu adalah komposisi umur populasi dan daya tahan (*survivorship*) individual dari populasi yang akan dijelaskan dalam pembahasan struktur populasi di bawah ini.

D. Struktur Populasi

Sifat demografi yang penting bagi setiap anggota populasi ialah kenyataan pada saat keseimbangan populasi itu dalam keadaan produktif. Oleh karena itu maka pada umumnya populasi dibagi dalam tiga kategori, yaitu *prereproduktif*, *reproduktif*, atau *post reproduktif*.

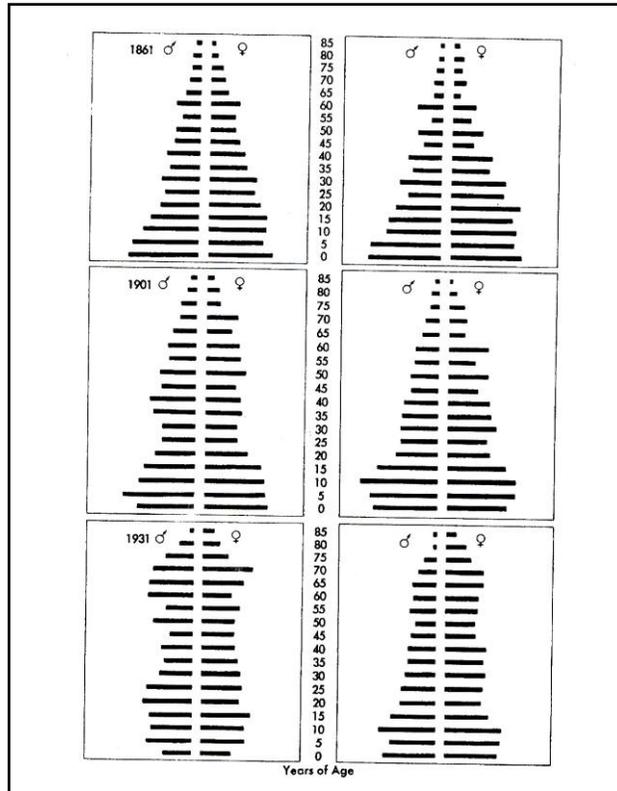
Mempelajari hal ini biasanya dikaji piramida-piramida umur seperti gambar 4.12 di bawah ini. Seperti gambar di atas apabila piramida tingkat umur digambarkan pada dasarnya dapat dibedakan pada tiga tipe aspek pokok yaitu (piramida-piramida *menurun*, *stabil* dan *umur muda*).



Gambar 4.12. Piramida umur teoretik menunjukkan tinggi ukuran populasi rendah, medium dan tinggi. Tingkat umur dikelompokkan menjadi belum matang (*prereproduktif*), *fecound* (*reproduktif*), dan *nonfecound* (*post produktif*).

Apabila kematian terjadi pada tingkat yang berurutan cukup, untuk mematangkan tingkat umur maka ukuran populasi akan stabil jika jumlah individu hingga distribusi populasi tetap sama, pada tipe struktur populasi muda lebih banyak individu yang bertahan pada tingkat umur dari pada jumlahnya yang harus diganti, ini merupakan situasi pertumbuhan dari keseluruhan jumlah individu. Sebaliknya apabila jumlah individu terlalu kecil untuk menjadi dewasa, untuk memenuhi keperluan pergantian. Struktur akan merupakan populasi yang menurun.

Dalam populasi manusia sudah umum diilustrasikan ke dalam struktur umur populasi lima tahunan. Digambarkan juga di dalam piramida, individu laki-laki di sebelah kiri dan wanita di sebelah kanan. Diagram klasik struktur umur ragam populasi manusia ditampilkan dalam gambar 4.13. gambaran menunjukkan populasi yang menurun disebabkan karena proses *crofting* yang berkelanjutan dan dipertahankannya populasi stabil akibat industrialisasi, hal ini diasumsikan migrasi sangat rendah yang tidak menunjukkan pengaruh yang nyata kepada struktur populasi.



Gambar 4.13. Piramida-piramida umur dari dua tempat di Scotland 1861 dan tahun 1931. ketiga gambar sebelah kiri merupakan populasi-populasi menurun, sebelah kanan lebih stabil. Data pria di sebelah kiri piramida, wanita sebelah kanan.

E. Daya Bertahan (Survivorship)

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa struktur populasi harus menjadi perhatian yang kritis dari demografi oleh karena langsung berpengaruh pada laju kelahiran dan laju kematian populasi. Laju kelahiran populasi dapat dihitung melalui observasi, begitu juga dengan laju kematian yang secara teoretis nilai minimumnya adalah nol. Walaupun laju kematian dapat digambarkan dalam banyak cara, tetapi secara umum dinyatakan sebagai kematian spesifik (*specific mortality*), yaitu jumlah populasi asal yang mati setelah waktu tertentu pada masing-masing kelompok umur. Ahli-ahli demografi manusia menggunakan istilah laju kematian umur spesifik, kematian wanita setahun pada tingkat umur lima tahunan dibagi oleh nilai tengah populasi wanita pada tingkat umur itu. Dengan kata lain bahwa *kesuburan umur spesifik* adalah jumlah kelahiran bayi wanita setahun pada tingkat umur lima tahunan dibagi nilai tengah populasi tingkat umur itu.

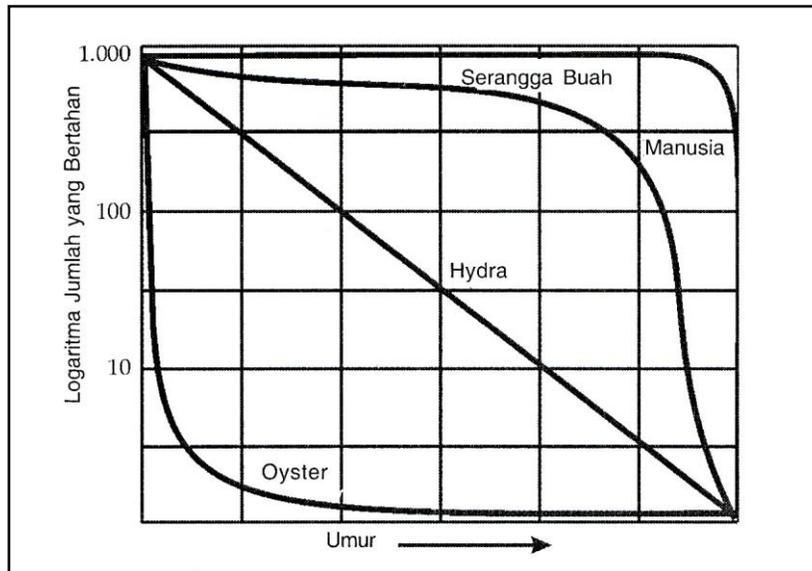
Karena mortalitas secara positif bervariasi pada kebanyakan umur organisme, kematian spesifik pada umur-umur tertentu dapat diilustrasikan dalam bentuk tabel hidup (*life table*) seperti dicantumkan pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1. Tabel hidup bagi biri-biri pegunungan di Dall, Alaska

Umur (tahun)	Umur sebagai penyimpangan dari rata-rata usia hidup	Jumlah kematian dalam selang usia setiap rentang 1000 kelahiran	Jumlah yang mampu bertahan pada awal selang usia setiap 1000 kelahiran	Laju kematian setiap 1000 yang hidup pada awal selang usia	Harapan hidup atau rata-rata usia hidup tersisa terhadap yang melalui selang hidup (tahun)
0 - 0,5	- 100,0	54	1000	54,0	7,06
0,5 - 1	- 93,0	45	964	153,0	-
1 - 2	- 85,9	12	801	15,0	7,7
2 - 3	- 71,8	13	789	16,5	6,8
3 - 4	- 57,7	12	776	15,5	5,9
4 - 5	- 43,5	30	764	39,3	5,0
5 - 6	- 29,5	46	734	62,6	4,2
6 - 7	- 15,4	48	688	669,9	3,4
7 - 8	- 1,1	640	640	108,0	2,6
8 - 9	+ 13,0	132	571	231,0	1,9
9 - 10	+ 27,0	187	43	9426,0	1,3
10 - 11	+ 41,0	156	252	619,0	0,9
11 - 12	+ 55,0	90	96	37,0	0,6
12 - 13	+ 69,0	3	6	500,0	1,2
13 - 14	+ 84,0	3	3	1.000,0	0,7

Tabel di atas menggambarkan usia kematian biri-biri pegunungan di Mount McKinley National Park, di Dall, Alaska. Data diperoleh dengan menghitung jumlah tanduk biri-biri setelah bertahun-tahun hewan itu mati. Dari tabel tampak bahwa umur rata-rata kematian biri-biri pegunungan sedikit di atas umur 7 tahun. Apabila biri-biri dapat bertahan pada tahun kedua kendatipun predator anjing hutan dan tantangan-tantangan lingkungan mengancam, tampaknya peluang hidup sampai usia tua binatang ini lebih besar. Dalam masyarakat manusia tabel-tabel hidup aktuari untuk menghitung biaya asuransi dimanfaatkan bagi individu-individu tingkat umur tertentu. Oleh karena apa yang vital dari populasi itu bukanlah jumlah yang mati tetapi jumlah yang bertahan, kematian spesifik dapat juga dinyatakan dalam kurva daya bertahan (*survivorship curves*) sebagai Gambar 4.13. Apabila bisa diasumsikan bahwa semua anggota dari populasi semula mempunyai kapasitas yang sama untuk bertahan dengan memplot jumlah

individu-individu yang bertahan terhadap waktu, kecenderungan kurva daya bertahan bersudut 90° dimana kecenderungan kurva serupa juga diikuti oleh penambahan biri-biri yang ditenakkan.



Gambar 4.14. Kurva bertahan empat jenis organisme dengan fase-fase kematian yang berbeda.

Sebagian serangga buah mati setelah interval waktu yang sama. Apabila kurva bertahan dibuat dengan memplot jumlah yang bertahan terhadap waktu kurva populasi serangga buah yang terdiri dari anggota baru yang menetas dari telurnya menunjukkan bentuk kurva dengan kecembungan yang tajam. Dengan semakin menurunnya tingkat mortalitas muda yang disebabkan oleh obat-obatan modern sekarang ini, kurva bertahan manusia zaman sekarang seperti di Amerika Serikat kurva populasinya mendekati kurva serangga buah.

Sebaliknya hewan interval terbatas dan juga vegetasi pada umumnya memiliki mortalitas tinggi pada usia muda memperlihatkan kurva bertahan yang cekung. Dalam banyak populasi burung kematian terjadi pada lajunya usia berkembang yang sama pada setiap tahap pertumbuhan, sehingga merupakan suatu garis lurus.

Kajian teoretik dari laju bertahan ini seperti dinyatakan dalam laju kematian didasarkan pada awal populasi manusia yang sama pada kenyataannya oleh setiap interval timbul anggota baru yang lahir, anggota-anggota tua dan lainnya mati. Natalitas dan mortalitas harus dinyatakan atas dasar spesifikasi umur seperti diterapkan pada manusia, dari tabel hidup suatu populasi yang menyatakan struktur umur dan spesifikasi umur dari laju kematian dan kelahiran untuk memproyeksikan angka yang lebih akurat tentang pertumbuhan populasi yang diperoleh dari persamaan (4-5). Akan tetapi metode spesifikasi umur ini masih merupakan keterbatasan-keterbatasan karena laju natalitas dan laju mortalitas masa depan tidak mudah diduga.

Angka-angka akurat demikian merupakan aplikasi teoretik dari pada aspek-aspek ekologi populasi yang merupakan demografi murni. Seperti telah dicontohkan tentang pertumbuhan populasi dengan kerapatan $K/2$ yang sangat produktif. Bagi predator tidak cukup untuk menyerang populasi pakannya pada tahap ini. Banyak keuntungan menghindarkan kelompok umur ini dan sebaliknya memangsa anggota dari masa *pre* dan *post* reproduktif terutama yang terakhir sehingga menjadi sasaran para pemburu.

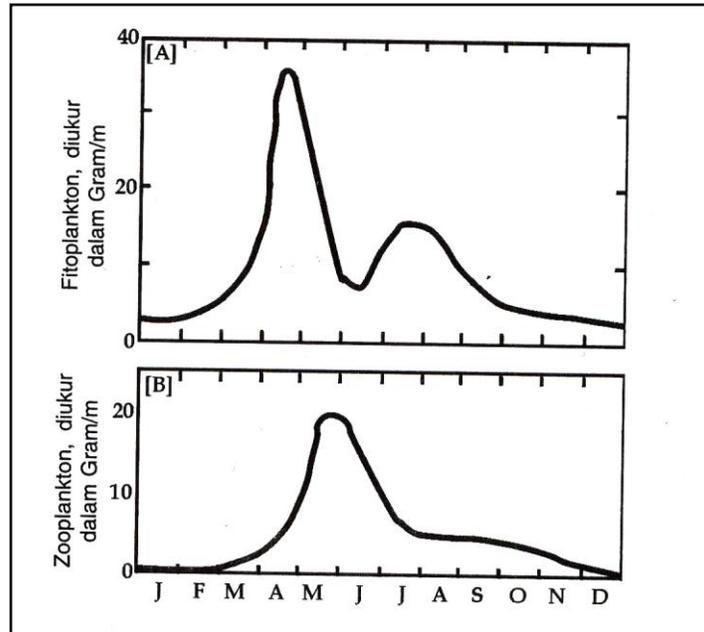
Pakan singa biasanya tertuju pada burung-burung laut yang umurnya muda, sedangkan manusia memilih telurnya. Proses ini berbeda dengan kolonisasi paling baik adalah pada kelompok umur produktif. Demikian pula dengan seleksi individu tertentu dirasa tepat pada fase reproduktif karena dapat memberikan dampak terbesar pada komposisi genetik spesies.

Dengan pengecualian populasi yang menurun dan sudah punah, struktur apa pun yang terjadi populasi akan menjadi stabil dengan catatan lingkungan adalah tetap, bagi populasi muda hal ini tidak mungkin terjadi. Dampak penambahan kerapatan populasi yang cepat dimodifikasi oleh lingkungan yang memicu mekanisme bermacam faktor ketergantungan.

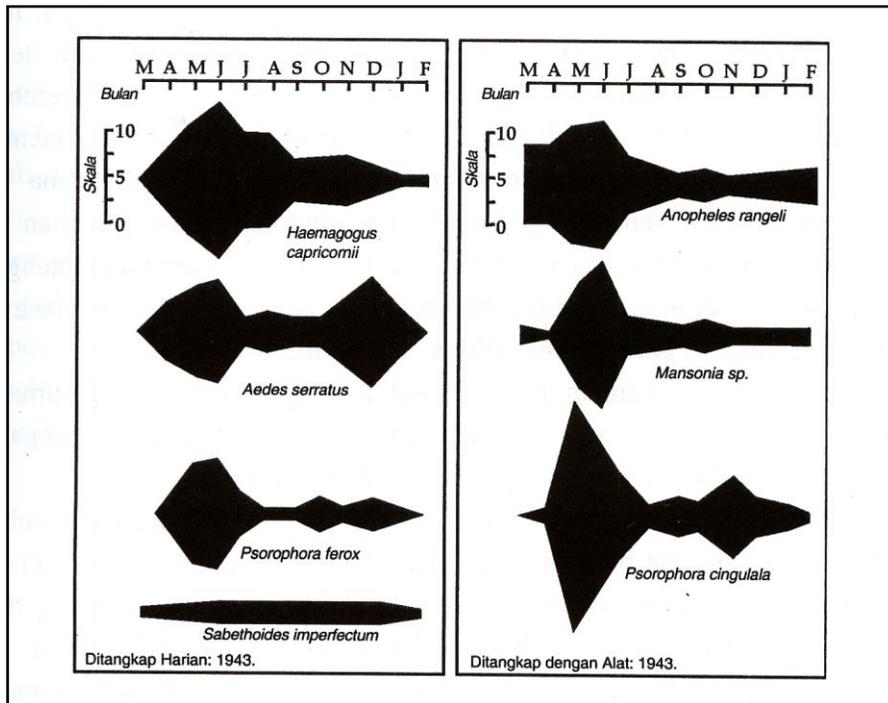
E. Faktor Musiman Dari Kerapatan Populasi

Sejauh ini ukuran populasi dikaji tanpa menyebut keberkalaannya (periodisitas) seolah-olah mengabaikan kemungkinan terjadi variasi secara musiman. Sebetulnya, hal itu tidak boleh diabaikan karena pada waktu tertentu misalnya, saat lalat-lalat rumah dan nyamuk menjadi gangguan sangat terasa keperluannya, hingga di Barat hitungan serbuk yang meningkat diumumkan melalui televisi dan radio, begitu juga bertambahnya populasi kupu-kupu karena semua itu sangat mengganggu terutama bagi mereka yang sangat peka. Contoh yang kurang populer dapat juga dilihat secara periodik pada fluktuasi musiman kerapatan populasi fitoplankton air tawar maupun air laut seperti yang digambarkan pada gambar 4.14 berikut ini.

Fluktuasi musiman kerapatan populasi yang jelas sering ditemui di wilayah-wilayah tropik dan arktik tetapi juga banyak di daerah-daerah subtropik, jadi M. Bates dalam Boughey (1973) mengamati kerapatan populasi nyamuk-nyamuk di Colombia menyimpulkan hanya satu spesies yang gagal menunjukkan fluktuasi musiman seperti gambar 4.15. Di daerah tropis fluktuasi musiman ini biasanya dikaitkan dengan variasi turun hujan, sedangkan di daerah subtropik dan arktik dihubungkan dengan suhu yang sangat berpengaruh.



Gambar 4.15 Fluktuasi musiman dari fitoplankton



Gambar 4.16. Perubahan-perubahan musim dari kelimpahan tujuh spesies nyamuk di lingkungan tropik Colombia Timur.

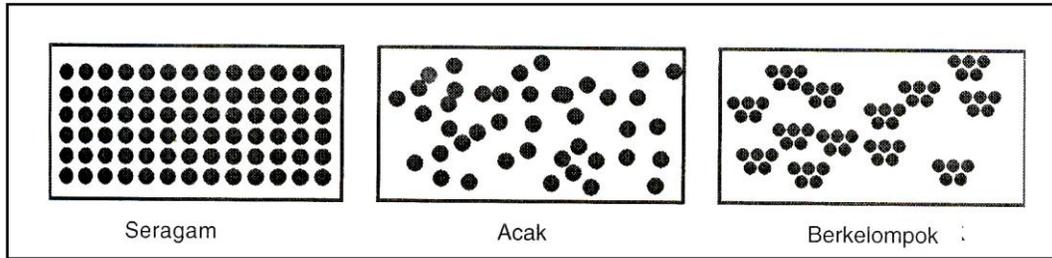
Variasi kerapatan populasi yang belum dipahami secara mendalam pada variasi dalam selang waktu lebih setahun (tahunan). Misalnya Kerapatan populasi mamalia, burung, serangga dan ikan pada umumnya, bervariasi secara siklik pada 3-4 tahunan yang terjadi misalnya pada migrasi leming (sejenis tikus) dan siklus 9-10 tahun dari hare (semacam kelinci) berlangsung juga secara siklik.

Semula diduga fenomena siklik jangka panjang di atas erat kaitannya dengan peristiwa bintik matahari (*sun spot activity*), tetapi kemudian dikatakan tidak begitu terkait dengan fenomena lingkungan lainnya. Perilaku siklik dapat juga terjadi pada waktu lebih singkat misalnya, setiap 24 jam. Metabolisme mamalia misalnya berlangsung menurut jam biologik (*biological clock*) disebut irama sirkadian seperti aktivitas-aktivitas fisiologik yaitu tidur, membuang limbah, pemeliharaan suhu badan dan berkeringat. Istilah sirkadian diambil dari siklus kurang lebih satu hari. Pada zaman sekarang dengan fasilitas transportasi sangat cepat proses sirkadian dapat terganggu, hanya karena beberapa jam saja orang sudah dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Kelelahan dalam situasi baru biasanya memerlukan penyembuhan beberapa hari sampai irama sirkadian kembali. Astronot-astronot yang memutari dunia sangat cepat tidak bisa menghindari rasa capek bukan karena lama di ruang angkasa, tetapi ketidak mampuan mengembalikan irama sirkadian lebih cepat dari siang dan malam, waktu untuk minum, menyanyi dan memanggil, bunga berkembang dan daun bergerak terjadi dalam siklus 24 jam.

Walaupun faktor lingkungan pokok yang mengatur irama yang dimaksud untuk 24 jam termasuk cahaya, suhu dan kelembapan, akan tetapi tampaknya dalam banyak perilaku sirkadian faktornya adalah cahaya. Banyak spesies binatang terkendali di siang hari termasuk kecoa, kumbang, jangkrik, tikus, kepiting dan beragam lalat buah. Semua kegiatan hampir mendapat tanggapan langsung terhadap rangsangan cahaya yang kemudian berlangsung dalam irama sirkadian sesaat dalam kegelapan ataupun cahaya yang berlanjut. Data tentang tanggapan sirkadian karena fluktuasi suhu dan kelembapan tampaknya terbatas, walaupun kegiatannya banyak menurun di siang hari. Irama sirkadian yang berlangsung lama misalnya, sepanjang tahun (*circannual*) dapat berpadu dengan mekanisme jam biologik yang dapat bertahan walaupun kemudian faktor interna dapat berlanjut untuk selamanya.

Bagi para pemburu sangat tertarik untuk mengetahui watak jarak terbang (*flight distance*) dan jarak serang (*charge distance*), yaitu jarak hewan yang dapat menyerang ditempat. Hewan dengan pandangan baik seperti kijang bertanduk secara potensial berbahaya pada jarak tertentu dan mempunyai jarak loncat/lari yang panjang, tetapi dengan wataknya yang tidak agresif jarak serangnya hanya beberapa meter hingga pada dasarnya tidak berbahaya kecuali kalau tertekan. Sebaliknya dengan badak, jarak pandangannya sangat pendek hingga jarak larinya juga pendek, tetapi bersifat agresif hingga jarak serangnya lebih panjang belasan meter, jadi badak merupakan binatang buas. Begitu juga gajah

penglihatannya kurang dan jarak lari terbatas, tetapi karena wataknya lemah, daya serangnya pendek. Karena itu pemburu-pemburu gelap mudah menghabisi gajah dengan tombak dan panah sekalipun.



Gambar 4.17 Tiga pola dasar individu membentuk jarak sesamanya dalam populasi.

Jarak (*spacing*) di antara individu spesies dipandang sebagai pengendalian mekanisme ekologi. Tiga pola, individu tersebar dalam populasi yaitu bagaimana membentuk jarak sesamanya dalam tiga bentuk seperti di bawah ini.

Penyebaran acak umumnya terjadi, tetapi pengelompokan lebih banyak ditemui terutama pada vegetasi. Binatang dalam agregat sering berkerumun, dan berkoloni dalam upaya berlindung dari predator. Akan tetapi sesuai dengan prinsip Alter dalam Boughey (1973) nilai kerumunan pada dasarnya memiliki nilai optimum yang berperan juga sebagai pengendali kerapatan populasi.