

HABITAT DAN LINGKUNGAN

Pendahuluan

Deskripsi Singkat

Bab ini akan menguraikan tentang konsep habitat, habitat perairan, habitat air laut dan air tawar, sirkulasi atmosferik, fotoperiodisme, iklim mikro, geomorfologi dan sedimen-sedimen perairan.

Relevansi

Bab ini memberikan pengetahuan dan pemahaman yang berhubungan dengan konsep habitat dan lingkungan tempat hidup organisme atau suatu spesies, sebagai dasar pengetahuan tentang spesies sebagai unit yang akan dibahas pada bab berikutnya.

Kompetensi Dasar

Pada akhir perkuliahan ini, mahasiswa Jurusan Biologi semester VII dapat menjelaskan konsep sebagai unit ekologi dengan tepat.

3.2. Penyajian

Uraian dan contoh

Ekologi sering kali disebut biologi lingkungan karena biologi menekankan bagaimana faktor-faktor luar mempengaruhi organisme dan bagaimana pula organisme itu mengubah keadaan sekelilingnya. Lingkungan adalah suatu kombinasi khusus dari keadaan luar yang mempengaruhi organisme. Habitat merupakan suatu keadaan yang lebih umum yaitu merupakan tempat di mana organisme terbentuk dari keadaan luar yang ada di situ, baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi organisme tersebut. Pada bab ini dibicarakan macam-macam faktor lingkungan yang member ciri bentuk-bentuk habitat secara umum. Dalam bab 3 dengan tegas dibicarakan bagaimana cara organisme menanggapi variable lingkungan dan bagaimana organisme serta lingkungan ini terintegrasi dalam suatu kesatuan yang fungsional. Hubungan timbal balik suatu lingkungan merupakan inti dari pengetahuan ekologi, oleh karenanya kedua bab ini menjadi dasar dari berbagai macam penapat yang akan dikembangkan secara terperinci seiring dengan berlangsungnya pembahasan kita tentang kemajuan-kemajuan ekologi.

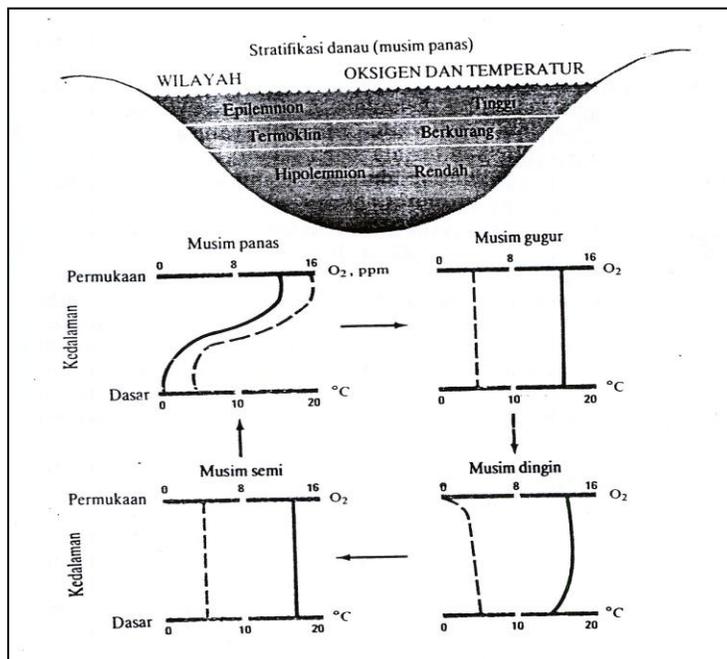
A. Habitat Perairan

Jenis habitat utama yang ada di muka bumi ini adalah habitat perairan dan habitat teresterial, oleh karena adanya perbedaan yang besar antara sifat air dan sifat udara sebagai media suatu habitat. Secara kimiawi, air adalah molekul yang agak luar biasa. Sebagai contoh air adalah salah satu dari beberapa bahan anorganik yang berbeda dalam bentuk cair pada temperatur yang ada di permukaan bumi. Beberapa sifat air yang memberi dukungan terhadap keunikan sifat ekologisnya sebagai habitat yaitu :

- a. Air mempunyai panas spesifik yang tinggi, panas penguapan yang tinggi dan panas fusi yang tinggi. Akibatnya fluktuasi temperatur dari habitat lebih rendah apabila dibandingkan dengan habitat teresterial yang letaknya tidak berjauhan
- b. Kepekataan air tertinggi adalah pada temperatur 4° C. Sebagai akibatnya, air mengalami perubahan musiman yang kompleks di daerah di mana terjadi fluktuasi temperatur yang bersifat musiman.

Secara umum, siklus musiman dari suatu habitat perairan pada suatu daerah di mana terjadi fluktuasi temperature musiman, berlangsung sebagai berikut (Gambar 2.1) :

1. Pada musim semi, sesudah terjadi pencairan es, sebuah danau mempunyai temperatur yang seragam yaitu di atas 4°C yang mencakup seluruh kedalaman danau.
2. Dikarenakan meningkatnya temperatur atmosfer, maka permukaan air menjadi panas dan pada pertengahan musim panas terjadi pengembangan stratifikasi temperatur secara vertikal. Lapisan air paling atas yaitu *epilemnion*, merupakan lapisan yang paling panas, lapisan paling bawah yaitu lapisan *hipolemnion*, merupakan lapisan paling dingin. Daerah antara dari dua daerah perubahan temperature tadi disebut lapisan *termoklin*.
3. Pada musim gugur, permukaan air danau turun. Keadaan ini disebabkan temperatur air turun menjadi 4°C lebih cepat dibandingkan dengan air yang lebih dalam, yang jauh dari atmosfer.
4. Akhirnya pada musim dingin terbentuklah lapisan penyekat yang berupa lapisan es, karena kepekatan air yang membeku itu lebih rendah kepekatan air pada temperatur 4°C . Lapisan penyekat ini mengurangi kemungkinan air akan membeku seluruhnya.



Gambar 3.1. Siklus tahunan yang ideal dari temperatur (garis-aris putus) dan distribusi oksigen (garis penuh), berdasarkan tingkat kedalaman danau di daerah beriklim sedang.

Meskipun secara umum siklus tersebut dibicarakan dalam kaitannya dengan keadaan danau, namun pola musiman demikian mungkin juga terjadi di lautan. Tempat-tempat di daerah tropis dengan variasi temperatur musiman yang sangat kecil siklus demikian tidak akan terjadi sama sekali. Di antara akibat-akibat ekologis yang penting dari siklus musiman ini adalah bahwa air akan tercampur merata hanya selama musim semi dan musim gugur. Selama musim semi kepekatan air seragam dan memungkinkan angin permukaan mengaduk air secara sempurna, di musim gugur percampuran air lebih mudah karena permukaan air lebih pekat dari pada lapisan air yang paling bawah. Gradient kepekatan air selama musim panas mencegah percampuran antara lapisan air di *hipolemnion* dan lapisan air di *epilemnion*. Selama musim dingin, terbentuknya lapisan es yang di sebabkan oleh angin. Periode sirkulasi musim semi dan musim gugur berlangsung terus menerus.

Mengapa siklus temperatur musiman ini penting? Pertumbuhan organisme terjadi pada musim panas dan organisme-organisme yang mati cenderung tenggelam ke dalam lapisan hipolemnion. Proses dekomposisi dari organisme di lapisan hipolemnion akan melapaskan zat-zat hara dan sekaligus memerlukan oksigen. Akan tetapi karena lapisan hipolemnion dan lapisan epilemnion tidak dapat bercampur, maka gradient oksigen dan gradient zat-zat hara akan mengikuti gradient temperatur dan gradient kepadatan bercampurnya air di lapisan epilemnion dan air dari lapisan hipolemnion akan menyebabkan terangkatnya zat-zat hara menuju ke permukaan air dan melarutkan oksigen dari permukaan air ke daerah yang lebih dalam. Perpindahan zat-zat hara ini penting sekali untuk pelaksanaan proses fotosintesis pada daerah epilemnion serta proses respirasi aerob pada daerah hipolemnion. Proses perpindahan zat hara ini berlangsung sangat lambat apabila tidak terjadi proses percampuran antara lapisan air di daerah epilemnion dan air di lapisan hipolemnion.

- c. Air merupakan pelarut yang baik bagi ion-ion, tetapi air sulit melarutkan gas. Oksigen misalnya, lebih banyak tersedia pada habitat terestrial dari pada habitat perairan. Kelarutan zat-zat dalam air sangat bervariasi tergantung pada temperature air. Gas lebih mudah larut dalam es. Sebaliknya, hampir semua benda padat lebih mudah larut dalam air panas dari pada dalam air dingin. Dengan demikian, ketersediaan zat kimia yang esensial dipengaruhi oleh temperatur.
- d. Air mempunyai viskositas tinggi apabila dibandingkan dengan atmosfer, sehingga air lebih sukar bergerak karena kental dan lebih mudah melayang dibandingkan atmosfer. Akibat ekologis dari sifat air ini dibicarakan secara cermat dan mendalam dalam buku-buku teks pengantar biologi. Untuk kepentingan kita, cukup dengan menyatakan bahwa perbedaan fisiologis dan anatomis antara air dengan atmosfer diibaratkan sebagai bangsa ikan dan bangsa burung.
- e. Yang terakhir, air kurang begitu transparan apabila dibandingkan dengan atmosfer, akibatnya intensitas cahaya di dalam habitat perairan akan lebih rendah dibandingkan intensitas pada habitat terestrial, dan disamping itu intensitas cahaya berkurang secara nyata dengan bertambahnya kedalaman air. Pengaruh ini semakin meningkat apabila banyak terdapat bahan-bahan yang melayang di dalam air tersebut.

B. Habitat Air Laut dan Air Tawar

Habitat air tawar dibedakan dengan habitat air laut dalam hal kandungan zat-zat yang terlarut di dalamnya. Dalam 1 liter air tawar terkandung 0,1 sampai 0,5 gram zat-zat padat sedangkan air laut dalam setiap literanya mengandung zat-zat padat lebih dari 3,6 persen, terutama dalam bentuk Natrium Klorida.

Organisme yang ada dalam habitat perairan, umumnya menghadapi masalah yang berbeda-beda dalam proses pengaturan osmose, disebabkan perbedaan konsentrasi garam di luar dan di dalam tubuhnya. Cara paling sederhana untuk memecahkan masalah pengaturan osmose tersebut adalah dengan mempertahankan tekanan air dalam tubuh sama dengan tekanan air sekelilingnya, yang disebut isotonik. Hanya organisme yang tergolong avertebrata air laut saja yang dapat mempertahankan tekanan air dalam tubuhnya sama dengan tekanan air di sekelilingnya. Karena itu pada konsentrasi fisiologisnya antara dalam tubuh dan luar tubuh tidak memerlukan energy metabolik. Beberapa jenis crustacea serta molusca laut mempunyai komposisi kandungan ion yang berbeda dengan kandungan ion air laut, sehingga hewan ini harus menggunakan energy metaboliknya untuk mempertahankan keseimbangannya.

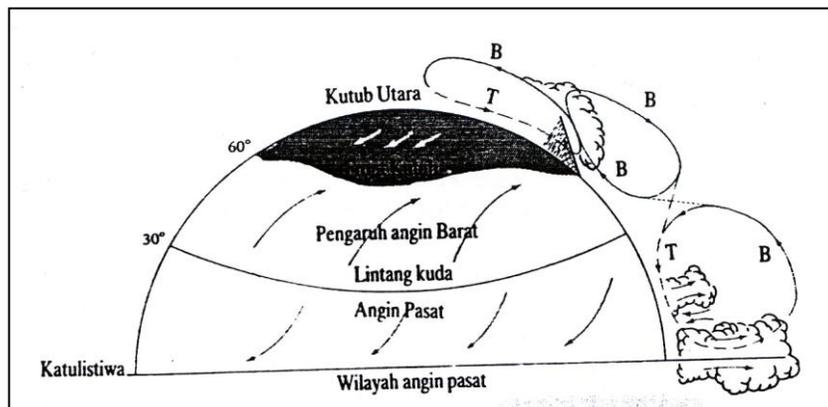
Hewan-hewan tertentu mempunyai cara-cara lain untuk tetap berada dalam keadaan isotonik terhadap air laut. Elasmobranchii yaitu golongan ikan bertulang rawan, misalnya ikan hiu, mempertahankan konsentrasi urea tinggi dalam darahnya. Meskipun konsentrasi garam dalam tubuhnya lebih rendah dari pada konsentrasi total dari garam dan urea sama dengan konsentrasi garam yang ada dalam habitat, sehingga mengurangi proses kehilangan air akibat tekanan osmosis.

Teleostei, yaitu ikan-ikan bertulang keras, mempunyai konsentrasi osmotik dalam tubuhnya lebih rendah dari pada konsentrasi air laut. Oleh karena itu ikan-ikan tersebut selalu membuang airnya ke laut. Untuk mengimbangi kehilangan air yang dibuangnya, ikan-ikan tersebut minum air laut dalam jumlah banyak, menyerap air melalui saluran pencernaan makanan serta mengeluarkan garam-garam melalui sel-sel khusus yang ada dalam insangnya.

Sebagian besar ikan air tawar atau hewan air tawar cenderung mengambil air melalui proses osmosis karena cairan dalam tubuh hewan tersebut bersifat hipertonik terhadap habitat air tawar. Berbagai cara pemecahan yang sifatnya evolusi mempunyai akibat yang sama, akan tetapi bentuknya berbeda. Tubuh dari hewan-hewan air tawar permukaannya relative impermeabel, sehingga mereka menyerap garam serta menghasilkan urine encer dalam jumlah yang besar.

C. Iklim Global

Iklim mempengaruhi habitat perairan maupun habitat terestrial, tetapi pengaruh yang kedua (habitat terestrial) lebih menonjol. Iklim global ditimbulkan karena daerah khatulistiwa menerima sinar matahari dalam jumlah terbesar. Ketika udara mengalami pemanasan, udara naik membentuk suatu sabuk tekanan yang semakin ke atas semakin rendah di khatulistiwa (Gambar 2-2). Karena udara naik, udara menjadi dingin. Udara di daerah khatulistiwa yang dingin tersebut mulai mengalir ke kutub utara dan kutub selatan.



Gambar 3.2 Diagram umum dari pola sirkulasi atmosferik untuk belahan Bumi Utara. Jalur-jalur hujan lebat terjadi di daerah khatulistiwa dan front kutub. Angin permukaan mengalami distorsi dari pergerakan lurus Utara-Selatan karena adanya rotasi bumi dan menurun ke arah kutub. Pola sirkulasi atmosferik di belahan Bumi Selatan merupakan kebalikannya (Rossby, 1941)

Sementara aliran ini berlangsung, udara mulai turun. Pendinginan tersebut dipercepat sementara aliran udara atmosfer yang tinggi ini bergerak menjauhi khatulistiwa. Sementara itu, udara kutub

yang lebih dingin dan mampat cenderung mengalir ke daerah khatulistiwa yang tekanannya lebih rendah melintasi permukaan bumi.

D. Sirkulasi Atmosferik

Di belahan bumi utara dan selatan terbentuk tiga wilayah sirkulasi atmosferik (Gambar 2-2). Udara tinggi yang mengalir dari daerah khatulistiwa menuju ke kutub menjadi demikian dingin pada 30° LU sampai 30° LS, sehingga turun kembali ke permukaan bumi. Daerah ini disebut daerah divergensi atmosferik, dimana sebagian udara tadi menyebar ke arah kutub dan sisanya kembali ke khatulistiwa. Jalur udara yang relatif tidak mobil akibat divergensi ini disebut lintang kuda (*horse latitude*). Di antara lintang 30° sampai 60° udara permukaan mengalir ke arah kutub, sampai udara tersebut menyentuh front sirkulasi kutub pada 60° .

Karena pola sirkulasi atmosferik yang luas ini, tekanan udara pada permukaan bumi menurun dari daerah kutub ke lintang 60° , kemudian naik kembali ke arah *lintang kuda* dan kemudian turun ke arah khatulistiwa. Zona-zona tekanan rendah tersebut umumnya berhubungan dengan curah hujan yang lebih tinggi, sedangkan zona-zona tekanan tinggi berkaitan dengan iklim yang lebih kering.

Zona-zona umum sirkulasi atmosferik ini mengalami modifikasi oleh dua faktor yaitu rotasi bumi serta distribusi daratan dan lautan pada permukaan bumi. Karena bumi berputar pada porosnya dari Timur ke Barat, maka udara mengalir dari Utara dan Selatan tidak mengikuti garis lurus (Gambar 2-2). Kecepatan rotasi pada permukaan bumi, dengan membandingkan beberapa titik tertentu di atmosfer akan mencapai maksimum di khatulistiwa dan minimum di kutub. Kenyataannya ialah jika anda bisa berdiri tepat pada salah satu kutub, anda akan berputar secara perlahan setiap hari. Akan tetapi jika anda berdiri pada saat titik tertentu di khatulistiwa anda akan berputar dengan kecepatan 1.674 km/jam. Jadi udara yang bergerak ke arah kutub dengan kecepatan tertentu akan bergerak jauh lebih cepat dibanding pergerakan di permukaan bumi. Pola-pola ini menghasilkan jalur-jalur angin barat, angin timur dan angin pasat di wilayah-wilayah geografi tertentu.

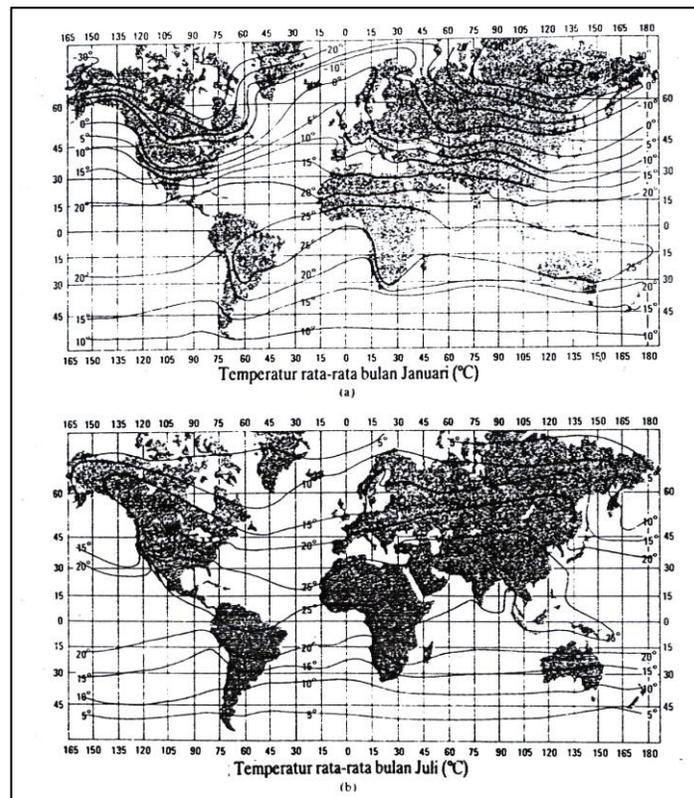
Faktor kedua yang berpengaruh pada sirkulasi atmosferik adalah distribusi air dan daratan. Faktor ini di belahan bumi utara lebih penting karena mayoritas benua berpusat disitu. Karena air mempunyai panas laten tinggi, lautan bertindak sebagai sumber panas dan juga sebagai radiator, menyerap dan melepaskan panas dalam jumlah relative besar. Selama musim dingin, temperatur artik yang dingin didesak jauh ke arah selatan melintasi Amerika Utara maupun benua Asia, dibandingkan ke wilayah lautan yang berdekatan (Gambar 2-3). Sebagaimana yang di tunjukkan oleh garis-garis isoterm musim dingin (Gambar 2-3), meskipun kawasan Skandinavia Utara dan Amerika Serikat tidak segaris lintang, tetapi pada musim dingin memiliki temperatur yang hamper sama dan jauh lebih hangat dibandingkan dengan Kanada maupun Siberia yang segaris lintang dengan Skandavia Utara.

Pada musim dingin, salju menutupi daratan benua memantulkan sinar matahari, lalu menurunkan temperatur daerah tersebut. Banyaknya udara dingin yang menyelemuti daerah-daerah bagian tengah benua menimbulkan masa udara bertekanan tinggi yang berhenti sesaat dan kemudian mengalir ke arah lautan, di mana masa udara yang mengalir tersebut bertemu dengan udara di lautan yang lembab dan hangat. Udara yang hangat ini terangkat ke atas menuju front kutub yang lebih mampat, udara menjadi dingin dan terjadi kondensasi yang menghasilkan titik-titik air, selanjutnya turun sebagai hujan atau salju. Pada musim panas salju lenyap, dan daratan menjadi lebih cepat panas dari pada lautan yang berada pada lintang yang berdekatan, sehingga garis isoterm berpindah ke arah Utara selama bulan Juli (Gambar 2-3).

E. Tipe-tipe Iklim Utama

Kekuatan-kekutan tersebut menimbulkan 3 tipe iklim. Iklim-iklim lautan (*maritime climates*), berhubungan dengan lautan yang di tandai oleh perubahan musiman radikal yang kecil pada temperatur dan presipitasi. Iklim-iklim kontinental (*continental climates*), memiliki perubahan temperatur tahunan yang tertentu dan pola curah hujan musiman yang berbeda. Di daerah yang jauh dari khatulistiwa, iklim di tandai oleh front-front cuaca regional yang luas, yang berasal dari keseimbangan termis antara lautan dan kontinen, serta oleh zona wilayah sirkulasi. Daerah yang dekat khatulistiwa, front-front cuaca regional ini kurang begitu jelas dan presipitasi umumnya berasal dari kekuatan-kekutan konveksi lokal. Di daerah-daerah khatulistiwa, laju pengembangan atmosferik dan hasil pendinginan mencapai puncaknya segera setelah tengah hari. Iklim-iklim tropis (*tropical climates*), di tandai oleh perubahan temperatur musiman kecil dengan hujan disertai guntur pada siang hari. Hujan yang disertai guntur ini merupakan hujan lokal apabila di dibandingkan hujan daerah sedang yang skalanya luas.

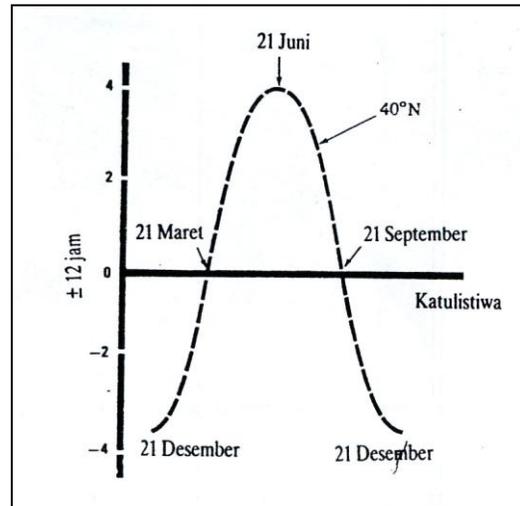
Udara yang bergerak dari katulistiwa menuju ke kutub kelembabannya berkurang, dan sementara itu udara perlahan-lahan menjadi dingin, kemudian turun kembali ke permukaan bumi dekat daerah lintang kuda. Sementara udara turun, udara menghambat dan mampu menyerap lebih banyak air, sehingga menyebabkan atmosfer memiliki kekuatan peringatan yang luar biasa, dan kecil kemungkinan terjadi presipitasi. Udara yang kering menghasilkan daerah-daerah dengan curah hujan rendah sepanjang lintang kuda, yang berkaitan dengan daerah-daerah padang pasir utama di dunia.



Gambar 3.3. Pola-pola temperatur di permukaan bumi : (a) isotherm bulan Januari (b) isotherm bulan Juli. Di belahan bumi Utara isotherm bulan Januari di desak ke arah selatan melintasi benua. Sementara isotherm bulan Juli di desak ke arah Utara. Sekali lagi, pola temperature di belahan bumi Selatan berbalikan dengan pola temperature di belahan Bumi Utara (Rossby 1941).

F. Fotoperiodisme

Fotoperiode (panjang siang hari) sangat bervariasi pada garis lintang yang berbeda, dalam musim yang berbeda pula. Periode dari terbit sampai terbenamnya matahari dapat diperkirakan berdasarkan rotasi bumi mengelilingi matahari. Di katulistiwa, panjang siang hari konstan yaitu 12 jam sepanjang tahun. Karena bumi berputar pada porosnya mengelilingi matahari, maka variasi musiman panjang siang hari ke arah kutub makin bertambah besar (Gambar 2-4). Periode terus menerus pada musim panas dan gelap terus menerus pada musim dingin, terjadi di kutub. Tanggal 21 maret dan 21 september, saat matahari tepat di atas katulistiwa, di seluruh dunia panjang hari adalah 12 jam. Panjang siang hari di belahan Bumi Utara bertambah dari tanggal 21 Desember sampai 21 Juni, kemudian berkurang kembali. Sudah barang tentu pola perubahan ini berlawanan dengan pola di belahan bumi Selatan.



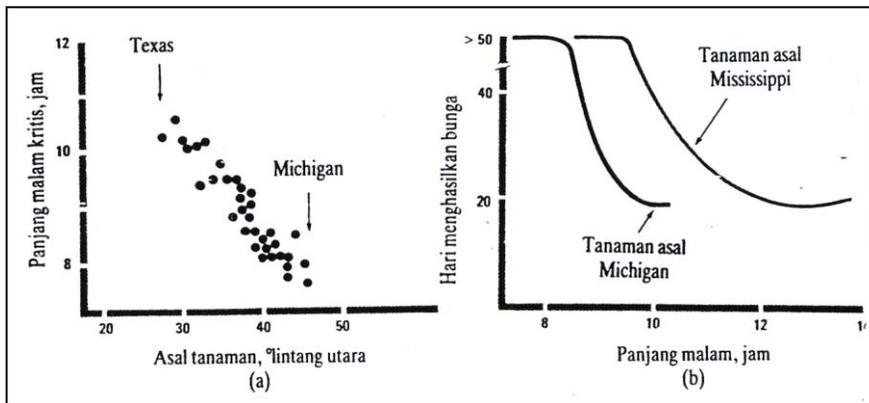
Gambar 3.4. Siklus fotoperiode tahunan di daerah katulistiwa dan di daerah 40° LU. Siklus fotoperiode tahunan di daerah 40° LS merupakan kebalikan dari siklus di daerah 40° LU, jadi panjang siang hari maksimum akan terjadi pada tanggal 21 Desember dan panjang siang hari minimum pada tanggal 21 Juni.

Perubahan panjang siang hari yang teratur serta dapat diperkirakan ini mengakibatkan evolusi dari *fotoperiodisme* yaitu berbagai proses fisiologis yang dikontrol oleh panjang siang hari. Meskipun fenomena tersebut merupakan fotoperiodisme, ternyata bukti menunjukkan bahwa panjang malam hari lebih menentukan daripada panjang siang hari (Hamner dan Bonner 1938). Control atas terbentuknya bunga pada tanaman yang ditentukan oleh panjang malam hari, dilakukan dengan menanam tanaman yang disinari dengan cahaya buatan dan berbagai kombinasi imbalanced periode gelap dan terang selama siklus 72 jam. Meskipun yang ada di alam, panjang siang hari selama 16 jam selalu diikuti dengan 8 jam panjang malam, dalam penelitian ini kombinasi panjang malam dan panjang siang hari dibuat bebas satu sama lain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon terhadap panjang hari mencakup lamanya periode gelap, bukan periode terang. Hal ini memberikan konsep panjang malam kritis atau periode gelap minimum yang dibutuhkan untuk menginduksi respon fisiologis tertentu.

Ray dan Alexander (1966) menguji panjang malam kritis yang di butuhkan untuk menginduksi terbentuknya bunga *Xanthium strumarium* (common cocklebur) dan mendapatkan bahwa hal tersebut bervariasi sesuai dengan garis lintang hasil tanaman (Gambar 2-5). Tanaman-tanaman yang berasal dari Amerika Serikat bagian selatan berbunga pada panjang malam kritis

yang lebih panjang (panjang siang lebih pendek) dari pada tanaman-tanaman dari garis lintang yang lebih ke utara. Jadi populasi-populasi lokal dari spesies ini berbeda dalam hal panjang periode gelap yang di butuhkan untuk merangsang pembentukan struktur reproduktif. Respon ini mengintegrasikan proses fisiologis dengan iklim lokal.

Secara singkat, pola-pola umum berikut ini memberikan ciri iklim global. Sepanjang khatulistiwa temperatur dan fotoperiode sam bentuknya sepanjang tahun, dan presipitasi berasal dari hujan konveksi yang lebat dalam skala lokal. Menjauhi khatulistiwa, temperature dan fotoperiode setiap musim terus meningkat. Presipitasi menurun dari khatulistiwa sampai pada lintang kuda pada 30° LU dan LS, dan kemudian meningkat lagi sampai pada front kutub yaitu pada 60° . Keseimbangan antara masa daratan dan lautan serta pola temperature musiman menghasilkan front cuaca regional berskala luas, dan iklim musiman yang berlainan apabila letaknya jauh dari khatulistiwa. Tentu saja pola-pola global ini mengalami modifikasi lokal oleh bermacam-macam faktor, seperti halnya ketinggian dari permukaan laut serta jarak tempat dari lautan



Gambar 3.5. Pengaruh panjang malam pad pemntentuan bunga tanaman *xanthium strumarium* (a) penurunan *panjang malam kritis* untuk induksi pembentukan bunga dengan meningkatnya lintang asal tanaman (b) pengaruh panjang malam pada kecepatan pembentukan bunga bagi genotif-genotif yang berasal dari selatan dan utara.

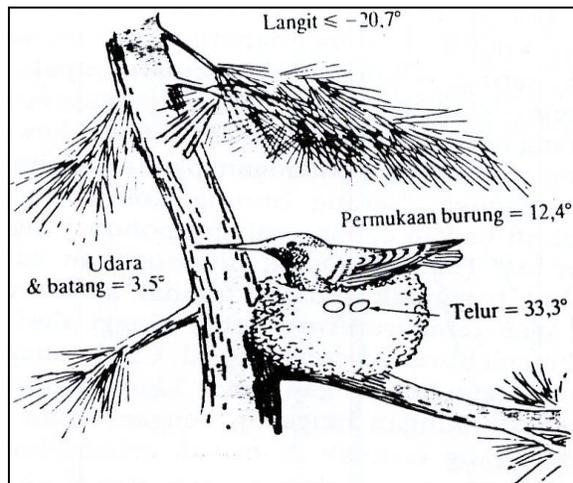
G. Iklim Mikro

Pola-pola geografi sama luas yang telah dijelaskan di atas merupakan *iklim makro*. Iklim makro yaitu kondisi meteorologis dari suatu tempat khusus, juga penting bagi organism-organisme

Calders (1973) meneliti hubungan iklim mikro dengan sarang burung polibri. Dia menyatakan bahwa sarang-sarang burung lebih sering di bangun di tempat-tempat yang dapat melindungi telur-telur dan burung-burung yang bersarang dari temperature yang ekstrim (Gambar 2-6). Sebagai hewan yang berdarah panas burung cenderung kehilangan panas karena radiasi terhadap lingkungannya. Sarang burung polibri tersebut selalu tetap terletak di bawah cabang-cabang pohon yang melindungi dari keadaan luar (langit). Dapat di tambahkan bahwa sarang-sarang tersebut bertindak sebagai tempat isolasi untuk melindungi telur agar temperaturnya lebih tinggi dari temperature sekitarnya dimana burung betina tinggal. Calder memperkirakan burung tersebut akan kehilangan panas tiga kali lebih tinggi apabila letak sarang berhubungan langsung dengan udara luar, di bandingkan sarang yang terletak dibawah cabang-cabang pohon. Apabila telur-telur berada di dalam sarang dan tidak di erami oleh burung betina maka temperature telur-telur pada malam hari mendekati 4° C. ternyata telur-telur tersebut

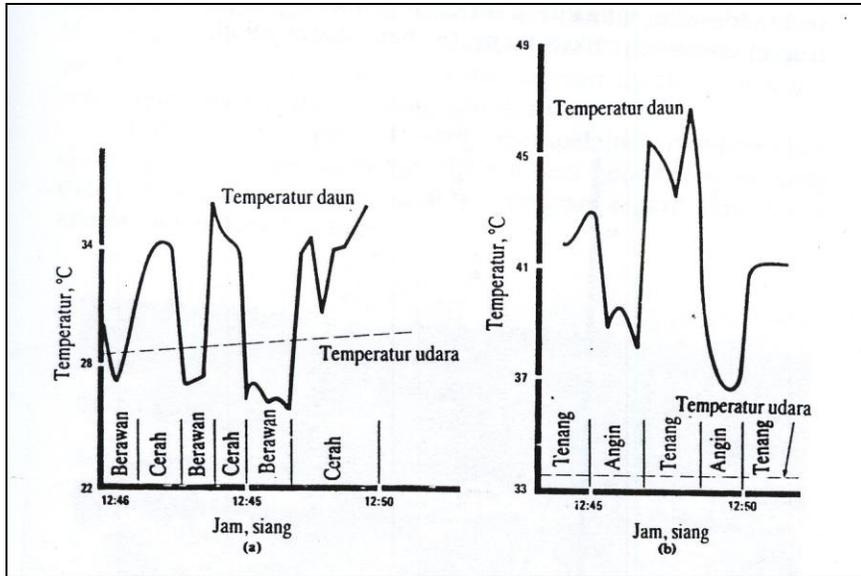
temperaturnya di pertahankan kira-kira 30°C sepanjang malam. Suatu temperature yang jauh lebih tinggi bila di dibandingkan dengan catatan pengujian meteorologis.

Demikian pula, temperature daun tanaman dapat berbeda dengan temperature udara disebabkan dengan perubahan-perubahan dalam skala kecil dari kondisi mikro meteorology lainnya (Gates, 1963). Selama periode 10 menit temperature daun *Populous acuminata* bervariasi sekitar 4°C di bawah temperature udara sampai 7°C di atas temperature udara hal itu terjadi ketika awan bergantian bergerak cepat menghasilkan pergantian antara periode cerah dan periode berawan (Gambar 2-7). Selama periode angin bertiup kencang, temperature daun bervariasi antara 36° sampai 47°C selama periode 9 menit, sementara temperature udara konstant pada $33,5^{\circ}\text{C}$. jelas pada suatu pengetahuan tentang kondisi makrometeorologi, kecil peranannya dalam menentukan karakteristik kondisi lingkungan dari daun-daun tersebut.



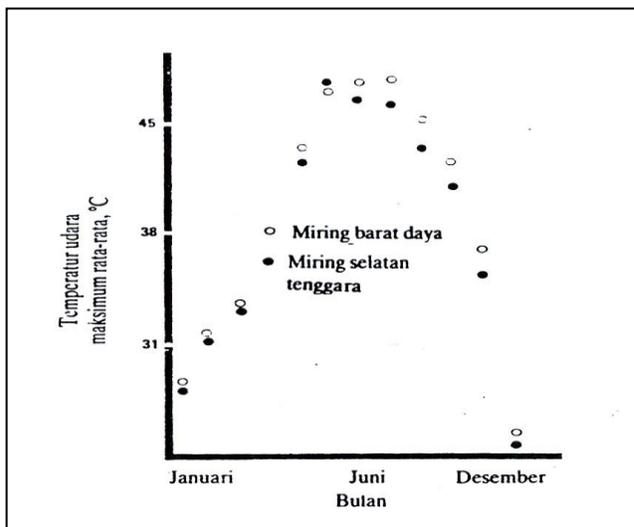
Gambar 3.6. Temperature sarang burung polibri dan iklim mikro disekitarnya di rocky montae. Cabang-cabang yang melindungi sarang mengurangi hilangnya energy dari burung betina yang mengeram di bandingkan dengan apabila betina tersebut membangun sarangnya di lokasi yang berhubungan langsung dengan langit.

Untuk menyakinkan lebih luas lagi Hasse (1970) dalam meneliti keadaan mikrometeorologis yang bersiklus satu tahun pada interval 32 meter disekeliling lereng perbukitan sebelah selatan air zona. Hasim membagi lereng menjadi beberapa bagian, yang dimulai dari daerah terbuka selatan/tenggara sampai di daerah budidaya. Pada daerah penelitian yang kecil tadi di dapat bermacam-macam parameter meteorologis yang berubah-ubah. Temperature udara misalnya, secara consistent paling tinggi di lokasi barat daya dan paling rendah di lokasi selatan/tenggara (Gambar 2-8). Perbedaan temperature rata-rata mencapai 4° sampai 5°C , hanya tiga bulan dari siklus satu tahun yang di teliti, temperature di berbagai lokasi berbeda.



Gambar 3.7. Pengaruh perubahan iklim mikro terhadap temperatur daun *populous acuminata* ($^{\circ}\text{C}$) selama periode waktu yang sangat pendek : (a) pergantian kondisi cerah dan berawan, (b) pergantian kondisi angin kencang dan kondisi tenang (Gates, 1963).

Pola-pola iklim global dipusatkan yang telah diuraikan sebelumnya dipusatkan pada pentingnya variasi lokal. Tanaman dan binatang dapat membuktikan adanya perbedaan di suatu wilayah yang beriklim makro dengan mendiami berbagai daerah kecil (*microsite*) di wilayah yang berbeda. Sebagai contoh suatu tanaman yang bisa tumbuh di daerah basah bercurah hujan rendah, bisa juga tumbuh didaerah kering yang bercurah hujan tinggi. Demikian pula suatu spesies kadal dapat hidup di daerah sejuk di padang pasir tetapi dapat hidup didaerah hangat disekitar gunung. Iklim makro mengatur batas-batas kondisi lingkungan secara luas (beruang kutub tak dapat hidup di daerah hutan hujan tropis) dan iklim mikro mengatur batas-batas lokal.



Gambar 3.8. Temperature udara maksimum bulanan rata-rata selama satu tahun di daerah barat daya (SW) dan selatan- tenggara (SSE) di Arizona (Haase, 1970).

H. Geomorfologi: sedimen-sedimen perairan dan tanah-tanah teresterial

Pada beberapa habitat, baik perairan maupun teresterial, sifat-sifat lanskap tertentu mempengaruhi faktor-faktor lingkungan bagi organisme yang hidup di situ. Daerah-daerah tertentu kemungkinan mempunyai lanskap berbukit-bukit seragam, lainnya bergunung-gunung dan wilayah lainnya lagi campuran tanah datar dan bukit-bukit curam (gambar 2-9). Demikian pula di dalam habitat perairan, kedalaman, ukuran partikel dan karakteristik kemas dari lapisan tanah mempengaruhi organism-organisme yang ada di situ.

Cabang ilmu geologi yang mempelajari pembentukan lanskap disebut *geomorfologi*. Dua proses geomorfologis yang dapat disimpulkan secara ekologis dengan segera dan nyata adalah pelapukan dan erosi.



Gambar 3.9. Berbagai macam habitat yang berbeda dapat dikenali di dalam lanskap ini di taman nasional Wind Cave. Mulai dari padang rumput terbukasampai hutan (United State Departmen of the Interior, National Park Service).

1. Pelapukan

Pelapukan adalah dekomposisi fisis dan kemas dari batuan dan fragmen batuan. Dua penyebab utama timbulnya pelapukan fisis adalah perubahan temperatur dan hadirnya air, sedangkan dua penyebab minor (tambahan) adalah adanya garam dan organisme. Temperatur mendorong pelapukan karena adanya gradien temperatur dan perbedaan muaiian di dalam batuan. Tekanan akibat pemuaian memecah batuan menjadi butiran-butiran kecil. Keadaan ini dipermudah dengan masuknya air ke dalam celah batuan, terutama bila air tersebut kemudian membeku dan mengembang. Karena efektivitas proses ini tergantung pada perubahan volume yang disebabkan perubahan dari bentuk cair kebentuk padat, maka hal tersebut bagi daerah-daerah dengan ketinggian dan lintang yang moderat, dimana air tidak berbentuk cair atau padat terus menerus. Pada iklim dimana musim basah dan musim keringnya tegas, garam mempunyai pengaruh yang sama dengan air, yaitu memecah batuan sepanjang celah ketika garam tersebut mengkristal. Sebaliknya zat-zat yang lain, terutama silikat dan berbagai macam oksida logam berfungsi sebagai lem dalam iklim yang demikian, yaitu menyatukan batuan-batuan ketika terjadi kristalisasi.

Sementara pelapukan fisis membagi batuan menjadi partikel, pelapukan kemas menjadi bertambah penting. Meskipun organisme relatif kecil pengaruhnya terhadap pemecahan struktur awal dari batuan, organisme berpengaruh besar terhadap pelapukan kemas. Air yang bersifat asam

baik dari air hujan yang melintasi atmosfer maupun akumulasi bahan organik di daerah yang beriklim dingin dan sedang, akan mendorong pelapukan kemis.

Salah satu akibat pertama pelapukan adalah terlarutnya kation permukaan terutama K^+ , Na^+ , Ca^{2+} dan Mg^{2+} (Verhoogen *et al.* 1970). Di daerah yang bercurah hujan tinggi, elemen tersebut larut secara sempurna dari fragmen batuan dan akhirnya ikut aliran air. Silika hanya sedikit larut dalam air. Silika ini bergeak di permukaan partikela dan mengendap ke dalam permukaan yang lebih dalam dari partikel tersebut. Aluminium tergantung pada keasamaan air. Di bawah kondisi yang sangat basah ($pH < 4$), aluminium melarut. Tetapi, umumnya larut dalam air yang agak asam, tetapi teroksidasi dan terpresipitasi dalam air netral atau air basa. Hasil pelapukan yang tidak mengalami perubahan dan relatif homogen disebut *bahan induk* tanah atau *regolit*.

2. Erosi

Pelapukan biasanya diikuti oleh erosi, tergantung pada sifat-sifat topografi serta iklim daerah tersebut. Partikel-partikel batuan cenderung bergerak ke bawah karena adanya kekuatan gravitasi; proses transportasi ini dipercepat oleh aliran air. Kemungkinan pula, angin membantu erosi partikel batuan. Di daerah gunung dimana gravitasi merupakan kekuatan penggerak yang terpenting, batuan terakumulasi pada permukaan karang dan lereng-lereng yang curam, yang berupa deposit-deposit yang disebut *talus* (Gambar 3-10).

Air dan angin merupakan penyebab utama dari erosi, dimana air lebih penting pada iklim basah dan angin lebih penting pada iklim kering. Partikel-partikel yang kecil cenderung diangkat oleh angin maupun air dengan kecepatan rendah, dari pada partikel-partikel yang lebih besar. Akibatnya, partikel-partikel yang lebih kecil membentuk suspensi pada air yang kecepatannya rendah dan terangkut ke tempat yang lebih jauh. Akibatnya berpengaruh pada pemilihan batuan yang sesuai dengan ukurannya. Partikel besar dan partikel kecil satu sama lain terpisah pada saat berlangsungnya erosi. Partikel batuan yang berbentuk karena air dan angin cenderung terbentuk melalui proses pengikisan sehingga partikel tersebut terjadinya karena pengaruh pelapukan fisis pada batuan akibat adanya gosokan pada batuan tersebut.



Gambar 3.10. Deposit *talus* di Yellowstone National Park (McNaughton)

Glacial juga memberikan peran yang nyata dalam pelapukan di berbagai daerah. Proses glacial sangat berpengaruh pada geomorfologi di daerah beriklim sedang dan daerah-daerah Alpen. Proses glacial ini mengikis batuan di suatu tempat, memecahnya menjadi partikel-partikel yang lebih kecil dan menumpuknya di tempat yang lebih jauh dari daerah asalnya. Lanskap yang sebelumnya mengalami glacial, mempunyai topografi yang berbeda (Gambar 3-11). Es, seperti halnya air, mengalir ke bagian yang lebih rendah. Kekuatan pengikisan yang luar biasa dari es membentuk lembah yang bersisi curam yang disebut *Cirques*, yang sering dilewati oleh air terjun sepanjang sisinya yang curam. Permukaan batuan yang terbuka itu terkikis hebat dan hasil kikisan hanyut.



Gambar 3-11. Lembah dan hasil proses glacial dapat dikenali melalui sisinya yang curam, bentuk lurus tidak berbelok-belok, permukaan batuan tergosok akibat pengikisan glacial dan tributary.

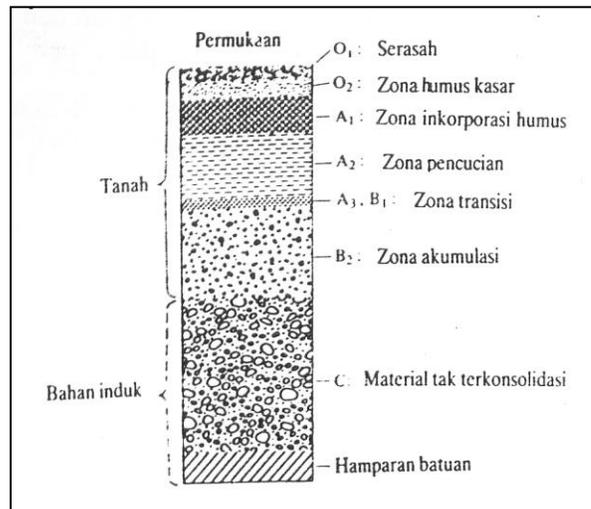
Di bawah es, terkumpul bahan-bahan hasil dari kikisan air, dimana partikel-partikel yang lebih besar mengendap lebih dekat dengan permukaan glacial dan partikel-partikel yang lebih kecil mengendap pada tempat yang lebih jauh. Partikel-partikel tanah yang lebih kecil dalam deposit-deposit ini selanjutnya dibawa ke tempat yang sangat jauh oleh erosi angin pada waktu hasil kikisan itu mengering.

3. Tanah

Pada tahap akhir dari proses pelapukan geologis, produksi terestrial adalah *regolit*, yaitu suatu masa partikel batuan yang relatif lepas satu sama lain. Ketika regolit melapuk lebih lanjut, terjadilah tiga kejadian utama. Pertama, ukuran partikel terus berkurang. Kedua, bahan-bahan tambahan yang terlarut di dalamnya cenderung tercuci dari partikel-partikel batuan. Ketiga, sisa-sisa partikel batuan berkembang membentuk susunan vertikal yang khusus berdasarkan sifat-sifat fisis dan kemis. Produk akhir dari proses-proses ini adalah sistem fisis, kemis dan biologis yang kompleks yaitu tanah.

Susunan vertikal. Bentuk susunan vertikal tanah menunjukkan *profil tanah*. Dalam bentuk yang ideal. Profil tanah ini terdiri dari suatu seri lapisan horisontal yang berbeda yang disebut *horison* (Gambar 3-12). Permukaan atas dari profil ini atau horison O₁ terdiri dari *litter*-yaitu lapisan yang terdiri dari sisa-sisa tanaman dan binatang yang tidak dapat terurai. Di bawah

lapisan ini terdapat lapisan humus atau horison O₂ yang dihasilkan oleh dekomposisi binatang dan tanaman yang mati. Kedua lapisan ini terutama terdiri dari bahan-bahan organik, dengan partikel-partikel batuan yang relatif kecil. Horison A₁ adalah lapisan berwarna gelap dari mineral tanah yang bercampur dengan bahan-bahan organik yang telah hancur. Lapisan A₂ adalah horison yang berwarna lebih terang, yang menunjukkan terjadinya pencucian hebat pada waktu air bergerak ke bawah di dalam profil tanah. Di bawah lapisan A₂ terdapat dua daerah transisi yang agak dangkal yaitu horison A₃ dan horison B₁. Pada tanah-tanah tertentu kedua lapisan ini menunjukkan daerah di mana humus tertimbun bersama aluminium dan besi. Horison B₂ merupakan zona akumulasi, dimana bahan-bahan yang tercuci dari horison yang lebih atas terkonsentrasi di situ. Horison ini menunjukkan zona yang kaya akan campuran besi dan aluminium dan kemungkinan mengandung lapisan tanah yang keras, yaitu lapisan tanah yang impermiabel, dimana partikel-partikel tanah saling berlekatan disebabkan adanya pengendapan klemis. Lapisan B₃ merupakan horison transisi yang dangkal, dimana di bawah lapisan ini terdapat horison C, yang terdiri dari bahan-bahan induk yang tak terdeferensiasi, dari bahan induk inilah asal lapisan bagian atas tanah. Di bawah horison C terdapat bed rock (hamparan batuan).



Gambar 3.12. Profil tanah (susunan vertikal tanah), mulai dari permukaan atas sampai lapisan batuan.

Faktor-faktor regulasi. Deskripsi kita tentang susunan vertikal tanah merupakan deskripsi yang sifatnya sangat umum dan idela. Dengan demikian, kemungkinan besar terjadi penyimpangan-penyimpangan karena hampir seluruh tanah berbeda satu dengan lainnya. Pada tanah-tanah tropis misalnya, di mana temperatur senantiasa cukup tinggi untuk memertahankan laju dekomposisi, horison-horison O₂ mungkin saja tidak ada sama sekali, dikarenakan bahan organik tidak pernah teakumulasi. Sebaliknya di daerah-daerah yang relatif basah dan sejuk, kemungkinan terdapat lapisan-lapisan akumulasi dari bahan organik.

Lima faktor yang mengatur karakteristik akhir dari tanah (Brady, 1974) adalah : iklim, organisme, bahan induk topografi dan waktu. Sesuai dengan keseimbangan relatif diantara faktor-faktor ini, tanah hampir tidak terbatas macamnya. Sebagai contoh, suatu jenis tanah tertentu mungkin kandungan besi dan magnesiumnya tinggi, tetapi kandungan unsur-unsur hara lainnya rendah. Tanah berkapur mungkin kaya akan kalsium karbonat tetapi miskin akan nitrat dan kemungkinan juga mempunyai pH yang tinggi. Beberapa organisme mungkin tidak mampu

tumbuh di atasnya, sementara organisme lainnya sangat terbatas tumbuhnya, jadi merupakan tipe tanah tersendiri.

Ukuran Partikel. Perbandingan antara ukuran yang berbeda-beda dalam partikel-partikel batuan, juga penting secara ekologis, tiga partikel tanah yang utama adalah pasir (*sand*), debu (*silt*) dan tanah liat (*clay*), yang oleh para ahli ilmu tanah dibedakan atas diameternya. Tanah liat adalah partikel-partikel yang mempunyai diameter kurang dari 0,002 mm, debu adalah partikel-partikel dengan diameter antara 0,002-0,02 mm, sedangkan pasir merupakan partikel-partikel dengan diameter antara 0,02-2,0 mm. Tanah biasanya diklasifikasikan berdasarkan perbandingan relatif antara pasir, debu dan tanah liat, karena perbandingan ini mempengaruhi kehidupan binatang dan tanaman yang hidup dalam tanah. Apabila ukuran partikel tanah makin kecil, maka luas permukaan yang tersedia di dalam volume tanah akan meningkat. Partikel-partikel batuan yang mengalami pelapukan cenderung bermuatan negatif [ada permukaannya, dan kation-kation ditangkap oleh muatan-muatan tersebut. Dengan menurunnya ukuran partikel, jumlah yang bermuatan negatif akan meningkat.

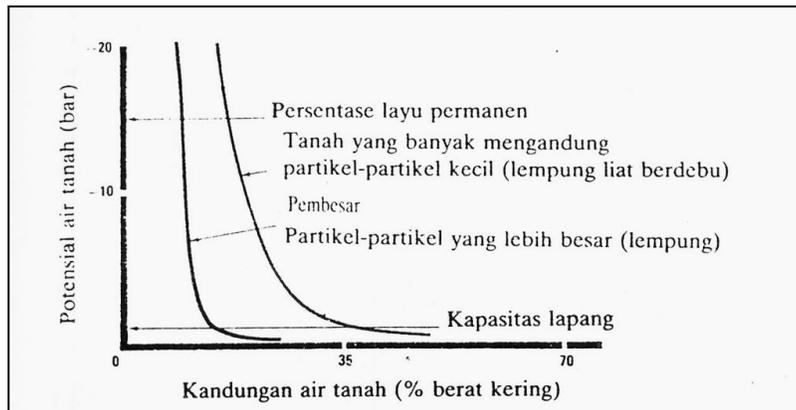
Air dan gas-gas menempati *ruang pori* tanah yaitu bagiandari volume tanah yang tidak ditempati oleh partikel-partikel batuan. Partikel-partikel batuan terpecah dengan baik, maka jumlah udara dan air yang dapat ditahan oleh tanah makin besar. Makin kecil ukuran partikel tanah, maka kekuatan menahan air makin besar. Pada umumnya tekanan di mana air tertahan dalam tanah dinyatakan sebagai atmosfer negatif, atau karena atmosfer merupakan ukuran standar yang didasarkan pada tekanan barometer, maka tekanan di mana air tertahan dalam tanah dinyatakan sebagai bar negatif.

Jumlah air yang tersedia untuk pertumbuhan tanaman berada antara *kapasitas lapang* dan *persentase layu permanen*. Kapasitas lapang didefinisikan sebagai jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah melawan tarikan gravitasi. Jadi, dengan berkurangnya ukuran partikel, jumlah air ini meningkat disebabkan adanya peningkatan luas permukaan dan kuatnya daya tarik yang dihasilkan. Satu kilogram batuan hanya dapat menahan air dalam jumlah yang sangat sedikit. Persentase layu permanen atau koefisien layu didefinisikan sebagai kandungan air tanah pada waktu tanaman kehilangan turgor. Meskipun pada suatu saat nilai koefisien layu ini konstan untuk tanaman-tanaman berpembuluh, tetapi kita sekarang mengetahui bahwa nilai tersebut kemungkinan berbeda-beda sesuai dengan adaptasi masing-masing tanaman (Slatyer, 1967).

Apabila ukuran partikel tanah mengecil, kapasitas tanah menahan air meningkat. Tetapi kapasitas tanah melepas air menurun. Layu tergantung pada kekuatan relatif partikel-partikel tanah dalam menahan air. Nilai rata-rata tekanan air pada persentase layu permanen kurang lebih sama dengan -15 bar. Kandungan air tanah yang tersedia, umumnya merupakan jumlah air yang terdapat antara kapasitas lapang dan -15 bar (koefisien layu). Perbandingan antara hubungan tekanan air tanah dalam negatif bar dengan persentase air tanah melahirkan perbedaan yang menarik antara tanah yang kandungan utamanya tanah liat (*clay*) dengan tanah yang banyak mengandung partikel yang berukuran lebih besar (Gambar 3-14). Tanah yang kandungan utamanya liat, mengandung kira-kira 65% air pada kapasitas lapang, sedangkan tanah yang mengandung partikel yang berukuran lebih besar, kandungan airnya di atas 30%. Pada koefisien layu, kemampuan tanah berpasir menahan air kurang dari 10%, sedangkan tanah yang lebih banyak mengandung liat di atas 15%. Pada kandungan air tanah 15%, tanaman tidak akan tumbuh di atas tanah lempung berliat (*clay loam*), tetapi akan tumbuh sangat baik pada tanah lempung berpasir (*sandy loam*).

Tanah-tanah yang kandungan tanah liatnya tinggi mampu menyimpan sejumlah besar air di daerah-daerah yang bercurah hujan tinggi disebabkan besarnya kemampuan tanah menahan

air. Andai kata seluruh ruang pori dipenuhi air, maka gas-gas akan terdesak menimbulkan problem respirasi bagi organisme tanah yang bersifat aerob. Jadi, laksana pedang yang kedua sisinya tajam; tanah berpasir cenderung baik aerasinya, tetapi hanya mampu menahan sedikit air; tanah liat cenderung jelek aerasinya, tetapi mampu menahan cukup banyak air. Perbandingan ukuran partikel tanah yang paling memungkinkan sebagai pendorong pertumbuhan tergantung pada pedoman curah hujan serta tingkat aliran air permukaan.



Gambar 3.13. Hubungan antara kandungan air tanah dengan tekanan dimana air ditahan oleh partikel-partikel tanah, pada dua jenis tanah yang mengandung proporsi partikel tanah berbeda-beda (Kramer, 1969).

Rangkuman

Pembahasan tentang kandungan air tanah merupakan penghubung antara pertimbangan umum faktor-faktor habitat dan pertimbangan yang lebih spesifik tentang bagaimana organisme berintegrasi dengan lingkungannya. Jelasnya, ketersediaan kandungan air tanah dan tekanan air tanah membentuk faktor-faktor lingkungan, karena mereka merupakan faktor luar yang langsung mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan dan kemampuan hidup organisme.

Daftar Pustaka

- Barbour, Michael G, Jack H. Burk, Wanna D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. The Benjamin/Cumming Publishing Company, Inc. Menlo Park, California. 633 p.
- Ewusie, J. Yanney. 1980. *Elements of Tropical Ecology*. ITB Bandung. 369 Hal.
- Irwan, Zoer'aini Djamal. 1992. *Ekosistem Komunitas dan Lingkungan*. Bumi Aksara. Jakarta. 210 hal.
- McNaughton, S.J and Larry L. Wolf. 1973. *General Ecology Secon Edition*. Saunders College Publishing, a Divisin of Holt, Rinehart and Winston, Inc. 1139 p.
- Sancayaningsih, Retno Peni. 2007. *Ekologi Vegetasi*, catatan kuliah Program Pascasarjana Biologi UGM. Yogyakarta. 36 Hal.
- Soegiono, Agoes. 1994. *Ekologi Kuantitatif*. Usaha Nasional. Jakarta. 173 Hal.

Wirakusumah, Sambas. 2003. *Dasar-dasar Ekologi Bagi Populasi dan Komunitas*. UI-Press. Jakarta. 149 Hal.

_____. 2003. *Dasar Ekologi Menopang Pengetahuan Ilmu-Ilmu Lingkungan*. UI-Press. Jakarta. 149 Hal.